



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta textilní



PŘÍPRAVA NETKANÝCH TEXTILIÍ S OBSAHEM ODPADNÍHO FIBROINU

Diplomová práce

Studijní program: N3957 – Průmyslové inženýrství
Studijní obor: 3901T073 – Produktové inženýrství
Autor práce: **Bc. Radim Feix**
Vedoucí práce: Ing. Michal Komárek, Ph.D.





PREPARATION OF NONWOVEN TEXTILES USING WASTE SILK FIBROIN

Diploma thesis

Study programme: N3957 – Industrial Engineering
Study branch: 3901T073 – Product Engineering
Author: **Bc. Radim Feix**
Supervisor: Ing. Michal Komárek, Ph.D.



Tento list nahradte
originálem zadání.

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych věnoval poděkování všem, kteří mi pomohli s vypracováním této diplomové práce. Vedoucímu práce Ing. Michalu Komárkovi Ph.D., který vždy na mě dohlížel. Konzultantu Ing. Jiřímu Havlíčkovi za jeho přínosy různé přínosy a nápady, jakým směrem se ubírat, také Ing. Nongnut Sasithorn která zajistila materiál a radila ohledně úprav hedvábí. Rád bych také poděkoval Technické univerzitě za uplynulé roky studia.

ANOTACE

Diplomová práce je zaměřena na možnosti využití odpadního fibroinu pro přípravu netkaných textilií. V teoretické části jsou čtenáři představeny základní způsoby výroby netkaných textilií, proces zpracování hedvábí a životní cyklus bource morušového. V rešeršní části jsou diskutovány poznatky získané patentovou a publikační rešerší na téma zpracování odpadního hedvábného fibroinu. V experimentální části jsou vyhodnoceny materiálové vlastnosti vstupní suroviny, experimentálně testován vliv odstranění sericinu na vlastnosti materiálu, připraveny vzorky netkaných textilií a hodnoceny parametry připravených vzorků. Vlastnosti připravovaných vzorků materiálů byly porovnány s komerčními produkty. Dále byla vypočtena nákladová kalkulace.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Netkané textilie, fibroin, hedvábí, kosmetické odličovací tampóny

ANNOTATION

Thesis is focused on a possibility of using waste silk fibroin for the preparation of non-woven textiles. In the theoretical part the basic, methods of non-woven textiles production, the silk production and the life cycle of the silkworm moth is described. In the retrieval part the knowledge gained on a patents and publication retrieval on a theme of processing wasted silk fibroin is discussed. In the experimental part quality of the raw material are evaluated, effect of sericin removal on a quality of material was tested experimentally, specimens non-woven textiles were prepared and parameters of prepared specimens were evaluated. The quality of the specimens, were compared with a commercially available products. Finally a calculation of cost was made.

KEY WORDS:

non-woven textiles, fibroin, silk, cleansing pads

Obsah

Seznam použitých veličin.....	9
1. Úvod	10
2. Teoretická část.....	11
2.1. Netkané textilie.....	11
2.1.1. Historie netkaných textilií	11
2.1.2. Obecný postup tvorby netkaných textilií	12
2.1.3. Zpevňování vláknenných vrstev.....	14
2.1.4. Vrstvené netkané textilie	15
2.2. Hedvábí.....	15
2.2.1. Historie hedvábí	15
2.2.2. Vznik hedvábného vlákna	16
2.2.3. Tvorba a složení vlákna.....	17
2.2.4. Druhy hedvábí	18
2.2.5. Získávání vláken	18
2.2.6. Spřádání vláken hedvábí	19
2.2.7. Vlastnosti hedvábí	19
2.2.8. Použití vláken hedvábí	19
2.3. Sericin.....	20
2.3.1. Druhy sericinu	21
2.3.2. Oddělení sericinu.....	21
2.3.3. Vlastnosti sericinu	22
2.3.4. Sericin v kosmetice	22
2.4. Způsoby hodnocení vlastností vzorků	23
2.4.1. Zkouška vzlínáním	24
2.4.2. Zkouška nasákavosti	25
2.5. Patentová rešerše	26
3. Experimentální část	28
3.1 Příprava vzorků.....	28

3.1.1.	Příprava surového hedvábí	28
3.1.2.	Odstranění sericinu.....	29
3.1.3.	Výsledky odstranění části sericinu	31
3.1.4.	Rozvláknění materiálu.....	34
3.2	Vlastnosti vlákenné suroviny	34
3.2.1.	Stanovení jemnosti hedvábných vláken	34
3.2.2	Délka vláken.....	35
3.3.	Tvorba sady vzorků	37
3.3.1.	Mechanické pojení vpichováním	37
3.3.2.	Termické lisování.....	38
	Hedvábí bez přísad	38
	Hedvábí s podlepovací vložkou.....	38
	Hedvábí s mřížkou.....	39
	Hedvábí s mřížkou z gázy	40
	Hedvábí s příměsí bikomponentních vláken	41
3.4.	Vyhodnocení.....	42
3.4.1	Příprava sady vzorků.....	42
3.5.	Testování vzorků	42
3.5.1.	Sada vzorků	42
3.5.2.	Test vzlínání	45
3.5.3.	Dynamika nasákavosti.....	49
3.5.4.	Pevnost v tahu	53
3.6.	Nákladová analýza.....	58
4.	Závěr.....	59
5.	Seznam použité literatury	60
6.	Seznam grafů	64
7.	Seznam tabulek.....	64
8.	Seznam příloh.....	64

SEZNAM POUŽITÝCH VELIČIN

N-	nasákavost [%]
m_1 -	hmotnost mokrého vzorku po odkapání [g]
m_0 -	hmotnost klimatizovaného vzorku [g]
T-	jemnost [Tex]
ρ -	hustota [kg/m ³]
S-	plocha [m ²]
IS-	interval spolehlivosti [-]
s^2 -	rozptyl [-]
s-	směrodatná odchylka [-]
v-	variační koeficient [%]
n-	počet měření [-]
\bar{x} –	aritmetický průměr [-]
α -	koeficient spolehlivosti [-]
$u_{1-\frac{\alpha}{2}}$ –	hodnota studentova rozdělení [-]

1. ÚVOD

Cílem diplomové práce je nalezení možného užití pro odpadní fibroin. Práce je rozdělena do dvou hlavních částí. Rešeršní část se zbývá teorií o zpracování netkaných textilií, hedvábím a bourcem morušovým. Jsou zde také poznatky získané patentovou a publikační rešerší. Druhou částí práce je experimentální část. V té jsou popsány vlastnosti vstupní suroviny, účinnost trvání lázně na materiál a postup odstranění sericinu z materiálu. Je zde popsán postup tvorby sady vzorků, jejich experimentální hodnocení, porovnání s komerčními produkty a nákladovou kalkulací pro zjištění reálnosti tohoto způsobu využití odpadního fibroinu. Motivací pro vytvoření diplomové práce je upotřebení odpadového materiálu, který je jinak buď prodáván, nebo je používán, jako hnojivo v oblastech, kde je hedvábí pěstováno. Práce má najít možnost upotřebení materiálu, který je vyloučen z výrobního cyklu ve společnosti, aby nevznikaly společnosti náklady na jeho skladování a odstranění, ale aby bylo nalezeno možné využití odpadu jako vedlejšího produktu.

2. TEORETICKÁ ČÁST

2.1. NETKANÉ TEXTILIE

V teoretické části o netkaných textiliích bude popsána historie netkaných textilií a všeobecné rozdělení jednotlivých netkaných textilií. Kapitola je rozdělena podle několika možných aspektů, jako jsou suroviny pro výrobu netkaných textilií nebo jednotlivé způsoby výroby. Netkané textilie zahrnují širokou škálu různých výrobků a jsou vyráběny za pomoci různých technologických procesů. Mezi finální produkty patří například dětské plenky, filtry, různé části ochranných oděvů, atd. [1]

2.1.1. Historie netkaných textilií

Začátky výroby netkaných textilií se datují do 19. století, kdy při tradiční výrobě textilií vznikalo velké množství odpadů, které dosahovalo až 20 % množství vstupních surovin. Jednalo se obvykle o různé druhy nečistot, nebo vlákna malé délky. V této době začala snaha o zpracování těchto odpadů z výroby a tím vznikla motivace výrobců pro výrobu netkaných textilií. Jako jedna z prvních technologií použitých pro zpracování odpadů byla technologie zvaná vpichování. [1]

Další epochu vývoje netkaných textilií lze datovat do první poloviny 20. století. V této době pomalu přecházela snaha o výrobu netkaných textilií k výrobě plošných textilií efektivnějším a levnějším způsobem, než byly klasické metody výroby textilií tkaním a pletením. V této době byla vypracována řada způsobů výroby přímé vláknenné vrstvy, a to hlavně ve spojených státech amerických. [1]

Třetí období lze časově zařadit od druhé poloviny 20. století až do současné doby. Nyní je hlavním mottem výroby netkaných textilií zejména vývoj materiálů disponujícími novými vlastnostmi, kterých by se těžko dosahovalo při klasických metodách výroby textilií pletením a tkaním, jako je například porozita. Jedná se o různé filtrační materiály, zdravotnické materiály, průmyslové textilie, atd. Často je s novou technologií spojen také vývoj nových strojních zařízení pro tvorbu dané textilie, příkladem může být technologie přípravy nanovláknenných vrstev Nanospider™, technologie kolmo kladených vláken

Struto aj. Netkané textilie jsou jedním z textilních odvětví, jejichž produkce vykazuje roční nárůst. [1]

2.1.2.Obecný postup tvorby netkaných textilií

Postup výroby netkaných textilií se dá zobecnit na 5 kroků, které budou v následujícím textu postupně popsány. Jednotlivé kroky lze uvést jako přípravu vlákenné suroviny, přípravu vlákenné vrstvy, zpevnění vlákenné vrstvy, úpravu netkané textilie a finální opracování netkané textilie. [2]

Příprava vlákenných surovin

Jako vlákenné suroviny se pro výrobu netkaných textilií používají suroviny, které se běžně zpracovávají v textilním průmyslu. Jedná se o vlákna přírodní, nebo vlákna umělá z přírodních a syntetických polymerů. Častými vláknennými materiály pro výrobu netkaných textilií jsou tzv. druhotné suroviny. Druhotné suroviny jsou odpadní suroviny, např. různé výčesky, nebo vlákna, která nejsou vhodná pro klasické textilní zpracování. Důležitou vláknennou surovinou pro výrobu netkaných textilií jsou vlákna zvaná speciální. Jedná se o vlákna například uhlíková, skleněná, bikomponentní, vlákna různě tvarovaná, atd. Každé z těchto vláken potřebuje jinou povrchovou úpravu. Například skleněné vlákno je třeba lubrikovat před zpracováním. Nakonec je vláknennou surovinu potřeba přizpůsobit požadavkům na další zpracování. To znamená dodat vlákna ve formě stříže, nebo třeba jako nit. [2]

Příprava vlákenné vrstvy

Přípravu vlákenné vrstvy můžeme v základní části dělit na suchý způsob a mokrý způsob. Tyto dva základní způsoby přípravy vlákenné vrstvy se dále dělí podle metody, jakou jsou vlákenné vrstvy tvořeny. Suchý způsob přípravy vlákenné vrstvy představuje například způsob mechanický, aerodynamický, přímo z polymeru či elektrostatický. Mokrý způsob přípravy vlákenné vrstvy představuje naplavování vodné suspenze vláken. [2]

Mechanické způsoby

Mechanickým způsobem přípravy vláknenné vrstvy je nejčastěji tzv. mykání. Přípravuje se jím tzv. pavučina. Pavučina je navrstvena do potřebné tloušťky. Na rozdíl od klasického textilního zpracování, není při přípravě netkaných textilií pavučina shrnována do pramene, nebo dělena do přástů. [2]

Aerodynamický způsob

Tento způsob přípravy je založen na tom, že vláknenná rozvoněná vrstva je nasávána mezi síťové bubny a poté slisována kalandrovacími válci. Výsledným produktem je rouno, které má vyšší hmotnost a nahodilou orientaci vláken. [2]

Přímo z polymeru

Jedná se o technologii zvanou spun-bond. Tato technologie je založena na tavenině polymeru, která je odtahována gravitací přes zvlákňovací trysky na síťový dopravník. Odtah zajišťuje dloužení. Na síťovém dopravníku je výsledná textilie zpevňována. [2]

Elektrostatický způsob

Základní možností tvorby vláknenné vrstvy s elektrostatickým nanášením je způsob, u kterého jsou vodivá vlákna nanášena na textilií opatřenou vrstvou pojiva. Vláknena v kolmé poloze jsou termicky pojena k textilii. [2]

Naplavování

Tento způsob je odvozen od způsobů výroby vrstev v papírenském průmyslu. Technologie naplavování je založena na smočení vláken a vytvoření jejich disperze ve vodě, poté je vláknenná suspenze odvedena na nekonečný síťový pás, na kterém dojde k filtraci vody z vláknenné suspenze. Posledním krokem je sušení a možné následné úpravy, nebo zpevňování. [2]

2.1.3. Zpevňování vláknenných vrstev

Po vytvoření vláknenné vrstvy se vrstvy pojí. Jednotlivé technologie pojení vláknenných vrstev je možné rozdělit do několika kategorií. Vláknenné vrstvy netkaných textilií jsou spojovány za pomoci mechanických, termických, chemických prostředků, nebo jejich vzájemnou kombinací. Jedná se o základní rozdělení, které je možné dále rozčlenit. [2]

Mechanický způsob pojení netkaných textilií

Mechanické zpevňování lze dále dělit podle různých způsobů a použitých strojů pro zpevnění. [2]

Jednou ze základních technologií, dlouhodobě používanou, je plstění a valchování. Pojí se tímto způsobem vlna a další srst živočichů z důvodu šupinek na vláknech. Základními faktory plstění je tlak a prostředí, které působí na šupinky vláken. Tímto se dá vytvořit spleť vláken, která je pevná. Tento proces je velmi nákladný a díky tomu byla vyvinuta technologie vpichování. [2]

Vpichovaná technologie využívá desky, na které jsou připevněny jehly s ostny. Tyto jehly na desce mají za účel provázání jednotlivých vláken v textilií. Parametry u této technologie jsou počet jehel na desce, počet kmitů desky za minutu, hloubka vpichu jehel a také typ jehel, který je použit. [2]

Další technologií pro zpevnění netkaných textilií za pomoci mechanického zpevňování je proplétání netkaných textilií. Technologie souží k oděvnímu nebo dekoračnímu účelu. Osnovní nitě jsou vkládány do dutých jehel, které vytváří základní osnovní vazby. [2]

Chemické způsoby spojování netkaných textilií

Chemické zpevňování netkaných textilií využívá pojiva ke zpevnění vrstvy. Pojivo je na netkanou textilii nanášeno pomocí impregnace, postřikem textilie pojivem, natištěním pojiva na textilii, nebo dalšími způsoby. [2]

Impregnace vláknenné vrstvy je buď jednostranná, nebo oboustranná. Impregnační roztok je nanášen na vláknennou vrstvu pomocí válců, nebo pomocí lázně mezi jednotlivými válci. To záleží na způsobu impregnace. Při nanášení pojiva za pomoci válce se jedná o impregnaci jednostrannou, pokud je mezi válci impregnační lázeň jedná se o impregnaci oboustrannou. [2]

Zpevňování postříkem se používá často u roun. Na rouno je postříkem naneseno pojivo, následně dochází k usušení pojiva. Tato technologie dodává rounu objemnost a tepelnou izolaci. [2]

Tiskem se pojivo nanáší na textilii za pomoci šablon. Tímto způsobem je zajištěna prodyšnost na místech, kde pojivo není. [2]

Termický způsob zpevňování vlákenné vrstvy

Tato technologie je založena na různých teplotách tání různých poživ ve vlákenné vrstvě. Při termickém pojení je používáno jako pojivo bikomponentních vláken, prášků, pojivé mřížky, termoplastická vlákna, a jiné. Veškeré pojivé látky musí mít nižší teplotu tavení, než základní látka. Pojení je prováděno za pomoci kalandrovacích válců. U kalandrovacích válců se volí několik parametrů. Je to teplota, tlak, rychlost. Pro objemné netkané textilie lze použít technologii teplovzdušného pojení. [2]

2.1.4. Vrstvené netkané textilie

Jako vrstvené netkané textilie jsou označovány textilie, které jsou vzniklé vrstvením vlákenné vrstvy s dalším alespoň jedním plošným textilním nebo netextilním útvarem. Toto spojení je tvořeno několika způsoby a to například mechanicky, termicky, nebo pojít adhezivy. Termickým způsobem může být natavení polyuretanové pěny a přivedení k této natavené pění vláknennou vrstvu, tento způsob je nazýván laminování. [2]

2.2. HEDVÁBÍ

2.2.1. Historie hedvábí

Díky archeologickému nálezu tělíčka dítěte zabaleného do hedvábné tkaniny můžeme říci, že historie hedvábí začala v Číně, a to přibližně v období kolem 4. tisíciletí před naším letopočtem. V jižní oblasti od Dlouhé řeky se hedvábné vlákno zpracovávalo okolo 3. tisíciletí před naším letopočtem. [3]

2.2.2. Vznik hedvábného vlákna

Hedvábí je živočišného původu a získává se převážně z kokonů motýla, který se nazývá bourec morušový. [3]

Existují také další druhy motýlů, ze kterých se získávají vlákna hedvábí, ale toto hedvábí se označuje jako divoké hedvábí. Tito motýli se nazývají bourec dubový, bourec dubový čínský, bourec dubový indický a bourec pajasanový. Tyto čtyři druhy bourců žijí polodivoce, a proto se také hedvábí označuje jako divoké. [3]

Bourec morušový je vyšlechtěný druh z původních divokých bourců, přičemž tyto původní druhy bourců dnes již vyhynuly. Z bourců se stalo domestikované stvoření, které je chováno od 14. století. [3]

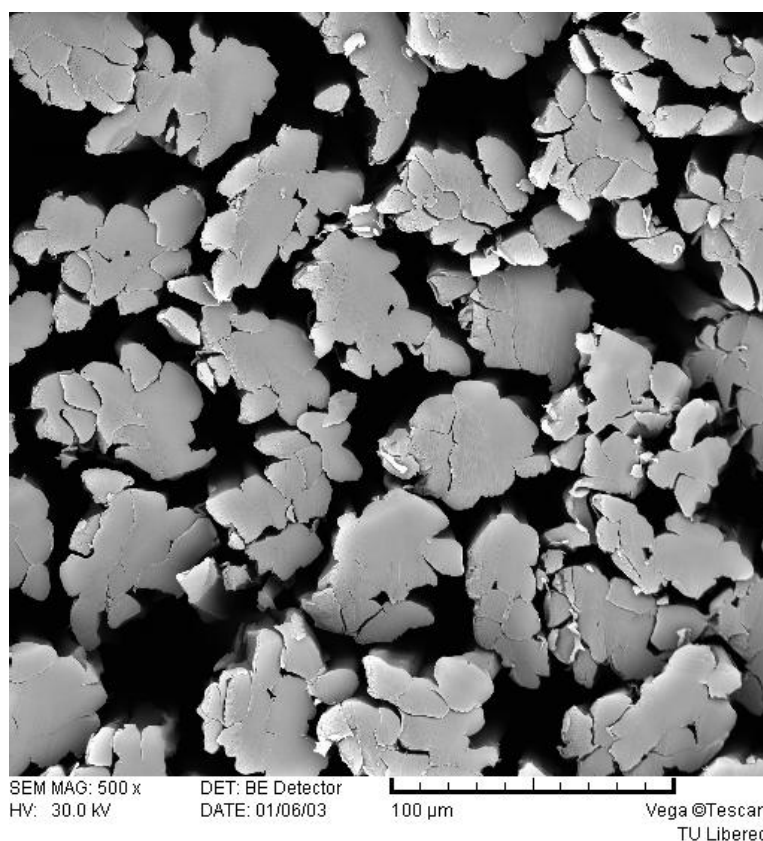


Obr. č. 1: Bourec morušový, obrázek převzat z [20]

Během života bource morušového, který trvá pouhých šest až osm týdnů, podle okolních podmínek a daného druhu, prochází vývoj motýla čtyřmi stadii. Z vajíček, která připomínají zrnka máku, se líhnou larvy. Teplota pro líhnutí larev je okolo 25 °C. Tyto larvy jsou zpočátku velmi malé, ale již přijímají potravu, kterou tvoří pouze listy moruše bílé nebo moruše černé. Tato rostlina roste v teplejším až subtropickém pásmu. Během měsíce vzroste larva délkou asi 30x a váhově asi 10 000x. Průměrná délka larvy na konci této fáze vývoje bývá podle druhu okolo 6 cm. Po této fázi si larvy hledají místo k zakuklení, které trvá asi dva týdny. Po přibližně dvou týdnech dospělý motýl naleptá vytvořený kokon. Motýl má sice křídla, ale není schopen letu. Poslední fází života bource morušového, která trvá přibližně týden, je nalezení samičky a naklazení vajíček pro další cyklus. Samička klade přibližně 300 až 500 vajíček. [3]

2.2.3. Tvorba a složení vlákna

Vlákno hedvábí tvoří bourec morušový pomocí hedvábných žláz, které jsou uloženy podél zažívací trubice ústících společně na spodním pysku. Dospělé housence vytéká hedvábí ze žláz a tuhne na vzduchu. Jedná se o dvě vlákna odpovídajícím dvěma žlázám slepeným dohromady. Hedvábné vlákno se skládá ze dvou hlavních částí jádra neboli fibroinu a vnější vrstvy sericinu, který bobtná v horké vodě. Další příměsi jsou tuky, vosky a minerální soli. Poměr složek ve vláknu je 76 % fibroinu, 22 % sericinu, 1,5 % vosků a tuků a 0,5 % minerálních solí. Fibroin je hladký a skládá se z patnácti aminokyselin β -forma keratinu, sericin je drsný a křehký. Obě dvě látky jsou bílkoviny. Sericin, vosky, tuky a soli se odstraňují dalším zpracováním, například vyvářením v roztoku, který může obsahovat složky kyseliny octové, uhličitanu sodného, různých druhů čistících prostředků, nebo pouze destilovanou vodu. Složení lázně závisí na zpracování sericinu a jeho možnosti následného použití. Ztráta vyvářením se pohybuje podle druhu jednotlivého hedvábí mezi 20 % až 30 %. [4, 5, 6]



Obr. č. 2: Příčný řez hedvábím, obrázek převzat z [21]

2.2.4.Druhy hedvábí

Bourec morušový, stejně jako všichni ostatní šlechtění živočichové, prošel za dobu jeho chování pro hedvábí vývojem. Jednotlivé rasy se liší ve zbarvení kokonů, velikosti kokonu, počtem generací do roka, nebo délce života. Přispívá tomu také místo, kde je bourec chován. [4]

Podle zbarvení kokonu rozeznáváme hlavně 2 druhy bourců. Žluté zbarvení kokonu se objevuje hlavně u druhů chovaných v Evropě, zatímco bílé zbarvení se objevuje hlavně u ras chovaných v Japonsku a Číně. Evropské druhy mají větší kokony, kdy v čerstvém stavu je potřeba zhruba 400 až 600 kokonů na 1 kg hedvábí. Východoasijské rasy potřebují na 1 kg zhruba 600 až 900 kokonů. [4]

Evropské rasy jsou náchylnější na změny klimatu v místě, kde jsou chovány, namísto ras východoasijských, které jsou v tomto ohledu odolnější vůči změnám okolního prostředí. Tento aspekt se snaží chovatelé odstranit pomocí křížení jednotlivých druhů. [4]

Podle počtu generací rozlišujeme 3 druhy bourců. Monovoltiní, mají pouze jednu generaci za rok. Většina ras je monovoltiní. Bivoltiní, dospívají dvě generace za rok. Přes léto se líhnou obě generace, kde až druhá generace přezimuje. Tyto rasy se vyskytují v Japonsku a Číně. Druhá generace má však nižší jakost hedvábí. Dále polyvoltiní rasy, které mají 3 až 7 generací do roka. Tyto rasy jsou rozšířeny v malé míře v okolí Kantonu v Číně. [4]

2.2.5.Získávání vláken

Hedvábí je získáváno z kokonů bource morušového. Kokon s bourcem uvnitř, který je určen k výrobě hedvábí, je máčen v horké vodě, kde dochází k usmrcení bource a následně je kokon sušen. Máčením v horké vodě také dochází k narušení sericinu ve vláknech. Díky tomu může být z kokonu odmotáno hedvábí. Prvních 500 až 1000 m z vnějšku kokonu má nižší kvalitu. Následujících přibližně 1000 m je nejkvalitnějším vláknem kokonu. Těchto 1000 m kvalitního hedvábí se nazývá Grež. Složení Greže se pohybuje okolo 76 % fibroinu, 20 % sericinu, 1,5 % vosků a tuků a 0,5 % minerálních solí. [7]



Obr. č. 3: Kokon Bource morušového, obrázek převzat z [22]

2.2.6. Spřádání vláken hedvábí

Kokony jsou tříděny do několika skupin podle různých parametrů. Hlavním parametrem je možnost kokonu být rozmotán. Kokony, které jdou rozmotat, se po namáčení suší v sušárnách. Následuje uskladnění. Kokony bourců mohou být napadeny různými hlodavci nebo plísní. Proto jsou kokony uskladněny do vzdušných, suchých místností. Věší se do vzduchu, aby se k nim nedostali hlodavci. Následuje smotávání, pro které slouží smotávací stroj složený ze tří částí. Šlehačky, smotávací pánve a motáčkové skříně. Důležitým faktorem při spřádání hedvábí je voda použitá pro spřádání, ovlivňuje lesk, barvu, ale i soudržnost hotového výrobku. Příliš tvrdá voda s velkým obsahem vápenatých a hořečnatých solí způsobuje vyšší rozpustnost sericinu díky čemuž není soudržnost vláken úplná. [4]

2.2.7. Vlastnosti hedvábí

Hedvábí patří mezi jedno z nejlepších přírodních vláken. Vlákná hedvábí jsou velmi tenká, lehká a pevná. Vlákná dobře přijímají i odvádějí vodu. Hedvábí působí pozitivně na lidský organismus. Pohlcuje škodlivé UV záření, obsahuje až osmnáct aminokyselin, některé napomáhající regeneraci tělových buněk. Vlákná hedvábí jsou schopna pojmout až 30 % vlastní váhy vody, aniž by na omak byly mokré. Dokážou se natáhnout až o 24 % své původní délky. [4]

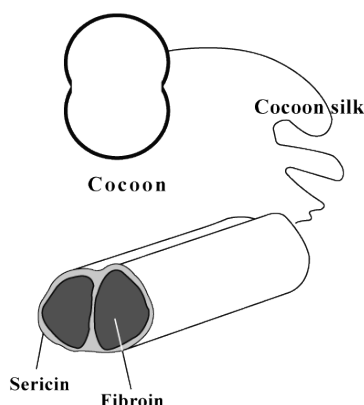
2.2.8. Použití vláken hedvábí

Hedvábí je užíváno už nejen pouze jako součást textilního průmyslu, pro výrobu oděvů. Jeho pole působnosti se poslední dobou velmi rozrůstá díky jeho jedinečným

schopnostem, které nejsou plně dosažitelné umělými vlákny a to hlavně díky jeho ekologičnosti. Hedvábí se začíná dostávat do oborů, jako jsou medicína, potravinářský průmysl a elektronika, kde díky svým vodivým a naturálním vlastnostem je schopné přinést pokrok. Jedním ze zkoumaných produktů hedvábných výrobků by mohly být senzory v potravinách pro indikaci přítomnosti bakterií. Hedvábí by mohlo sloužit také jako látka pro tvorbu kostí a vazů. Dalším z možných produktů za pomoci hedvábných vláken by mohly být ohebné senzory, či části displeje. [7]

2.3. SERICIN

Sericin je tvořen střední žlázou bource morušového. Spojuje a obklopuje vlákna fibroinu. Tvoří 25 % - 30 % kokonu a zajišťuje jeho celistvost. [8]



Obr. č. 4: Fibroin obalený sericinem, obrázek převzat z [23]

Sericin je vodou rozpustná vysokomolekulární látka, jejíž molekulová hmotnost se pohybuje mezi 20 až 400 kilodaltonů. Skládá se z 18 aminokyselin. Sericin obsahuje velký počet polárních řetězců s amino, hydroxylovou a karboxylovou skupinou. Sericin obsahuje přibližně jednu třetinu všech aminokyselin v hedvábném kokonu. Má velmi dobrou absorpční schopnost. Izoelektrický bod je 4, díky více kyselým než zásaditým aminokyselinám. Sericin je charakteristický svým leskem, který je způsoben efektem dopadu světla. [8]

Zámotek kokonu se skládá ze tří vrstev. V každé vrstvě je obsah sericinu jiný. Vnější vrstva zámotku obsahuje nejvíce sericinu, spřádá se jako první. Od střední vrstvy se začíná obsah sericinu snižovat. Ve vnitřní vrstvě je obsah sericinu minimální. [8]

Aminokyselina	%
Serin	27,30
Kys. asparagová	18,80
Glycin	10,70
Threonin	7,50
Kys. glutamová	7,20
Arginin	4,90
Tyrozín	4,60
Alanin	4,30
Valin	3,80
Lysin	2,10
Histidin	1,70
Leucin	1,70
Fenylalanin	1,60
Isoleucin	1,30
Prolin	1,20
Methionin	0,50
Cystein	0,30
Tryptofan	0,40

Tab. č. 1 : Seznam procentuálního zastoupení aminokyselin [6]

2.3.1.Druhy sericinu

Podle rozpustnosti se rozděluje sericin na 3 různé druhy. Jsou označovány buď čísly 1;2;3, velkými písmeny A;B;C nebo řeckými písmeny α ; β ; γ . Poměry zastoupení jednotlivých druhů sericinu se dá popsat poměrem 40:40:20. Sericin druhu A obsahuje aminokyseliny serin, threonin, glycin, kyselinu glutamátovou, asparagovou a 17,2 % dusíku. Sericin A se nachází ve vnější vrstvě kokonu. Sericin B, který tvoří střední vrstvu, obsahuje lysin, kyselinu glutamátovou, asparagovou a 16,8 % dusíku. Ve vnitřní vrstvě se nachází sericin C složením podobný sericinu B, přiléhá k fibroinu a odstraňuje se alkálií nebo ředěnou kyselinou. [9, 10]

2.3.2.Oddělení sericinu

Jedna z metod pro získání sericinu je vysrážení sericinu ve vroucí vodě s octanem olovnatým. Vzniklá sraženina se rozloží sirovodíkem a alkoholem se oddělí bílkoviny. [6]

Další metoda je použití vodní páry. Kokony jsou po dobu jedné hodiny vystaveny vodní páře. Tento proces se opakuje třikrát, pokaždé s novou vodní párou. Veškeré extrakty se poté odpaří do sucha. [6]

Podobná metoda používá ve vodní páře kyselinu octovou, která urychluje odpaření sericinu z kokonů. Sraženina z této metody se zpracovává s alkoholem a éterem na prášek. [6]

2.3.3.Vlastnosti sericinu

V kosmetice, zdravotnictví a jako léky se dají uplatnit hydrolyzáty a sericiny s nízkou molekulární hmotností pod 20 kilodaltonů. Nízkomolekulární sericiny se získávají ve studené vodě v dřívější části snování. Sericiny s vyšší molekulovou hmotností se využívají pro biomateriály, složené polymery, funkční vlákna, hydrogely a tkaniny. Sericiny se mohou uplatnit také jako povlak nebo do směsi pro přírodní či umělá vlákna. Samotné sericiny, nebo sericiny v kombinaci s fibroinem jsou používány v péči o pokožku, vlasy a nehty. Používáním sericinu v pleťových vodách, krémech a dalších přípravcích se zvyšuje elasticita kůže a výsledky ukazují odolnost pokožky proti tvorbě vrásek a stárnutí pokožky. [6]

Sericin poskytuje výbornou konzervační vlastnost, dále také vytváří hydratační a ochranné účinky díky schopnosti bílkovin sericinu vytvořit na povrchu lidské pokožky a vlasů tenkou vrstvu zabraňující ztrátě vody. Sericin dokáže dodat pokožce dlouhotrvající hladký a hedvábný pocit. Nedráždí pokožku a proto je vhodný jako multifunkční přísada do kosmetických prostředků pro suchou, citlivou a poškozenou pokožku. Také má sericin antibakteriální antioxidační účinky a dokáže chránit pokožku před účinky ultrafialového záření. [6]

2.3.4.Sericin v kosmetice

Sericin je používán v kosmetice díky svým schopnostem zlepšovat elasticitu pokožky a působit proti stárnutí kůže. Je využíván v produktech pro péči o kůži, vlasy a nehty. Sericin je využíván samostatně nebo v kombinaci s fibroinem ve formě mastí a krémů. [6]

Sericin se dokáže vázat na jiné proteiny, což mu dovoluje efektivně vytvořit vazbu s keratinem pokožky a vlasů, a tím vytvořit multifunkční ochranný film. Sericin tvoří ochranu fibroinovými vlákny a toho je snaha využít v moderním kosmetickém průmyslu při tvorbě nových kosmetických prostředků. Přitom je kladen důraz na podobnost struktury a schopnosti sericinu jímat vodu, nebo vzdušnou vlhkost. Tato konkrétní vlastnost má

velký vliv na účinnost hydratačních prostředků. Sericin také obsahuje podíl sacharidů a unikátně se opakující složení aminokyselin, které dodávají sericinu jeho afinitu vůči bílkovinám. Tato vlastnost je v kosmetickém průmyslu využívána pro vyhlazování vrásek na pokožce. Díky vysoké molekulové hmotnosti se tvoří jednotná vrstva filmu po aplikaci prostředků s obsahem sericinu. Vrstva, která je polopropustná je zachována i po umytí a chrání tak pokožku dále před škodlivými vlivy prostředí. [6]

Ze sericinu se stal vysoce hodnocený kosmetický produkt díky svým schopnostem tvořit ochranný film a hydratovat pokožku. Dalšími prospěšnými účinky sericinu jsou zklidnění pokožky a vyhlazování vrásek, proto se stal vhodným multifunkčním prostředkem pro suchou, citlivou či namáhanou pokožku. Proto je dobrou přísadou například do krému před a po opalování. [6]

Jednou z hlavních společností, která používá sericin do svých kosmetických produktů je společnost Dr. Temt Laboratories, kterou založil v roce 1946 rakouský chemik Walter Pauli. Společnost je známá po celém světě a dodává kosmetické přípravky hlavně pro kosmetické salóny. Společnost Dr. Temt Laboratories má ve svém portfoliu dvě série výrobků s obsahem sericinu a to Hydro Sericin linie, která je určena pro normální a suchou pokožku a sérii Sensitive Sericin, určena pro citlivou a normální pokožku. Jednotlivé série obsahují několik produktů. Některé produkty, jako denní a noční krém, obsahují obě série. [6]

Další společností, která pro své produkty používá sericin, je společnost Natinuel. Tato společnost se nezabývá pouze stárnutím pokožky, ale také biofunkčními a strukturálními změnami, které způsobují různé kožní problémy. Jedním z produktů s obsahem sericinu je krém Bio proderm, který je určen pro zralou pokožku. Krém pokožku obnovuje, regeneruje a vyhlazuje vrásky. Dalším krémem od společnosti Natinuel je krém Bio delis. Tento krém stimuluje škáru a obnovuje pokožku. [6]

2.4. ZPŮSOBY HODNOCENÍ VLASTNOSTÍ VZORKŮ

Kapitola způsobů hodnocení vlastností se zabývá jednotlivými způsoby hodnocení některých vlastností, které mohou porovnávat produkty.

2.4.1. Zkouška vzlínáním

Vzlínavostí se zabývá norma ČSN 80 0828 - plošné textilie – stanovení savosti vůči vodě.

Pro vykonání zkoušky vzlínavosti je zapotřebí mít pomůcky pro přípravu a odběr vzorků, tj. destilovanou vodu, zkušební zařízení sestávající se ze základové desky se stojanem a měřítka s milimetrovým dělením s odchylkou nepřesahující 1 mm pro umístění rámečku na vzorky, snímatelného rámečku s bodci pro upevnění vzorků a přestavitelné misky pro zkušební kapalinu. Pro případ testování bílých textilií a textilií světlého vybarvení 1% roztok barviva, které není afinní vůči zkoušené textilií a stopky s odchylkou měření nepřesahující 2 s. [11]

Odběr vzorku se provádí dle normy ČSN 80 0072 a klimatizace vzorku je prováděna dle normy ČSN 80 0056. [11]

Vzorky mají rozměr 255x10 mm. Odebírá se vždy 5 vzorků ve směru podélném a 5 vzorků ve směru příčném. [12]

Zkouška probíhá upevněním vzorků do rámečku zkušebního zařízení napichováním na bodce tak, aby na straně, která bude ponořena do kapaliny, vzorky přečnívaly pod bodcem 2 až 5 mm. Rámeček se umístí na zkušební zařízení, miska se zkušební kapalinou o teplotě 20 °C s odchylkou 2 °C kapaliny, a nechá se vzlínat. Doba vzlínání se volí z řady 10 s, 20 s, 30 s až 60 s, nebo 30 min. Dobu vzlínání lze upravit dle potřeby, musí to být ale uvedeno v protokolu o zkoušce. U vzorků s nižší hmotností je třeba vzorky upevnit tak aby přečnívající konec nepřesahoval 2 mm, protože by mohlo docházet k jeho ohýbáním a tím ke zkreslení výsledků. Při zkoušce bílých textilií a textilií světlých odstínů, u kterých se výška stoupání kapaliny dá těžko rozeznat, se může použít roztok barviva. U vzorků tmavých odstínů se doporučuje ze zadní strany osvětlit, přičemž je třeba zabránit ohřívání vzorků. U vzorků, které nepropouštějí světlo, se na přední straně po jejich délce vyznačí křídou čára. Ihned po uplynutí stanovené doby se na měřítku odečte výška vzlínání s přesností na 0,5 mm, přičemž je potřeba zajistit současný odečet všech vzorků současně. [11]

Výsledky 5 měření v podélném směru a pěti měření v příčném směru se zprůměrují a zaokrouhlí na 1 mm. [11]

2.4.2. Zkouška nasákavosti

Do roku 2008 platila pro zkoušku nasákavosti norma ČSN 80 0831a, která pozbyla platnosti a nebyla nahrazena žádnou jinou normou.

Nasákavost je schopnost plošné textilie přijímat a fyzikálně vázat vodu při ponoření za stanovené doby a teploty. Nasákavost je vyjadřována v procentech. [12]

Pro zkoušku nasákavosti je třeba nádoba s průhlednými stěnami, stojánek s ojhlenými rameny z nekorodujícího materiálu, těžítka z nekorodujícího materiálu o hmotnosti přibližně 30 g, svorka z nekorodujícího materiálu, stopky, váhy, váženky a destilovaná voda. [12]

Zkouška nasákavosti lze provádět jednou z dvou metod. Pro obě metody jsou odebírány vzorky o rozměrech 100x100 mm z odstříhu v diagonálním směru a to celkem 10 vzorků. [12]

U první metody se klimatizované vzorky dle normy ČSN 80 0056 váží s přesností na 0,1 %. Vzorky upevněné bez napětí na ojhlená ramena stojánku se vkládají do nádoby s destilovanou vodou o teplotě 20 °C s odchylkou do 1 °C tak, aby vrchní okraj vzorku byl pod hladinou 50 mm. Po uplynutí 60 min s možnou odchylkou 1 min se rámeček se vzorky z vody vyjme a ponechá se ve vertikální poloze po dobu 120 s s odchylkou 3 s, aby přebytečná kapalina odkapala. Po odkapání se vzorky opatrně sejmou pinzetou z jehel, jednotlivě se vkládají do váženky a zváží se s přesností na 0,1 % hmotnosti klimatizovaného vzorku. V odůvodněných případech kdy se předpokládá rychlé nasáknutí vzorku je předmetovou normou stanovena doba smáčení na 60 s s odchylkou 3 s. [12]

V druhé metodě jsou klimatizované vzorky zváženy s přesností na 0,1 % hmotnosti. Na okraj rovnoběžný s útky se upevní svorka. Vzorek se svorkou se položí horizontálně na dno nádoby s destilovanou vodou o teplotě 20 °C s možnou odchylkou o 1 °C a zatíží se těžítkem. Výška vodní hladiny musí být 50 mm. Po uplynutí 60 s s odchylkou 3 s se vzorek uchopí za svorku a opatrně se z vody vyjme a ponechá ve vertikální poloze po dobu 300 s s odchylkou 3 s. [12]

Výpočet nasákavosti se počítá jako podíl rozdílu hmotnosti před a po provedení zkoušky, vůči hmotnosti suchého vzorku násobený stem. Z jednotlivých výsledků se spočítá aritmetický průměr, variační koeficient a relativní přesnost při 95% jistotě. [12]

$$N = \frac{m_1 - m_0}{m_0} * 100$$

N - nasákavost [%]

m_1 – hmotnost mokrého vzorku po odkapání [g]

m_0 - hmotnost klimatizovaného vzorku [g]

2.5. PATENTOVÁ REŠERŠE

Pro diplomovou práci byla vytvořena patentová rešerše. Rešerše byla vytvořena za pomoci klíčových slov fibroin, fabric, silk a nonwoven. Bylo nalezeno mnoho patentových odkazů, které nesouvisely s tématem, například zpracování cigaretových papírů, nebo tvorba make-upů. Důvodem nalezení i těchto patentů, bylo použití hedvábí ve spojení s hedvábným omakem. Ze všech odkazů na patenty, bylo vybráno 7 patentů souvisejících alespoň okrajově s tématem diplomové práce.

Hedvábná netkaná textilie

Cílem je získání hedvábné netkané textilie, pro použití v kosmetickém průmyslu a dalších obchodních výrobků, kde dochází ke kontaktu s lidskou pokožkou. Slouží k tomu kokony z odpadních procesů výroby příze a jiných postupů. Kokony jsou v alkalickém prostředí očištěny a zbaveny sericinu. Číslo patentu je JPH06235154. Výsledný produkt je vyroben za pomoci tkaní a spojen ze tří vrstev. [13]

Kompozitní materiál obsahující hedvábí a optický polovodič

Patent JPH06343874 se zabývá zpracováním hedvábí pro přípravu kompozitních materiálů sloužícího jakožto optické polovodiče. Optický polovodič slouží jako funkční materiál. Tato kombinace materiálů je schopna sloužit ke sterilizaci a působit antibakteriálně. Proto může tento kompozitní materiál být využit pro nové aplikace jako je konzervace potravin, atd. [14]

Metoda tvorby desky z kokonů vláken hedvábí

Patent CN101418520 se zabývá tvorbou desky za použití kokonů hedvábí. Deska je vytvořena pomocí vysokoteplotního lisování. Nejsou používány žádné chemické přísady. Deska má nízké náklady na zpracování a žádné znečištění během výrobního procesu. Dá se

použit jako filtrační materiál, lékařské oblečení a obaly na potraviny. Tento patent je nejbližší postupu zpracování navrženému a testovanému v experimentální části práce. [15]

Bakteriím zabraňující textilie a její výrobní zařízení

Patent CN201433325 se zabývá textilií složenou z vrstev, která zabraňuje proniknutí bakterií. Jako povrchový materiál se používá hedvábí, konopí, nebo bavlna. [16]

Hedvábné vlákno pojené pomocí spunlace technologie

Spojení hedvábného vlákna spunlace technologií, což je způsob mechanického pojení za pomoci vodního paprsku. Výsledná netkaná textilie má eliptické otvory uspořádané rovnoměrně. Výsledný produkt lze použít jako krycí vrstvu hygienické vložky, plenky, nebo hygienické absorpční vložky. Číslo patentu je CN201106090. [17]

Metoda tvorby směsi hedvábí a bavlny pomocí spunlace technologie

Patent CN102493124 popisuje způsob výroby směsi hedvábí s bavlnou za pomoci upraveného mykacího přístroje a spunlace technologie. Výsledná látka má dobrou nasákavost a je velmi přátelská k pokožce. [18]

Netkaná textilie obsahující jemná vlákna hedvábí a její způsob výroby

Tvorbou netkané textilie obsahující fibroin hedvábí, nebo jemné vlákna z hedvábí se zabývá patent US4233212. Způsobem výroby netkané textilie je rozpuštění hedvábí v hydrátu, či rozpouštědla a následné elektrostatické zvlákňování. [19]

3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

V experimentální části diplomové práce byla vytvořena sada vzorků z odpadního fibroinu různými technikami pojení a směsování. Takto vytvořená sada vzorků byla porovnána s komerčními produkty. Porovnání bylo provedeno za pomoci série testů. Vyhodnocena byla také nákladová náročnost.

3.1 Příprava vzorků

3.1.1. Příprava surového hedvábí

Surové hedvábí, pro vypracování této diplomové práce, bylo přivezeno z Thajska doktorandkou Ing. Nongnut Sasithorn. Jedná se o druh *Bombyx mori* Linn. Tento druh bource je charakteristický nažloutlým zbarvením kokonu. Nažloutlé zbarvení bylo z velké části odstraněno při odstraňování sericinu z vláken.

Surové hedvábí bylo důkladně čištěno od písku, hrubých nečistot a zbytků bourců. Jednotlivé kokony byly nastřiženy a byl z nich odstraněn zbytek bource a veškeré jiné nečistoty, které se přichytily na vlákna kokonu. Toto očištění probíhalo ruční metodou. Po ručním očištění a prohlédnutí kokonu byly kokony opláchnuty ve vodě z důvodu odstranění zbytku možných nečistot. Byla použita voda o teplotě přibližně 10 °C, aby se zamezilo odstranění nějaké části sericinu. Následovalo sušení při teplotě 60 °C po dobu dvou hodin. Tato hodnota je podobná teplotě sušení na přímém slunečním svitu.



Obr. č 5: Očištěné surové hedvábí

3.1.2. Odstranění sericinu

Sericin je odstraňován z hedvábí za pomoci vodní lázně. Odstranění sericinu z hedvábí závisí na několika faktorech - na složení a množství chemikálií, na objemu lázně, poměru lázně ku množství hedvábí, teplotě a době trvání lázně. Tyto jednotlivé parametry jsou upravovány dle potřeby odstranění sericinu.

Pro experiment ke zjištění množství odstraněného sericinu byly vzorky vysušeny při teplotě 60 °C do konstantní hmotnosti, přes noc uloženy do exsikátoru a následně vysušeny při teplotě 100 °C po dobu jedné hodiny. Až poté byly zváženy pro potřebu experimentu. Vzorky byly zváženy v uzavřené nádobě. Důvodem tohoto sušení bylo dosažení co nejpřesnějších výsledků. Hedvábí je hygroskopická látka a je schopné pojmout vodu z ovzduší.



Obr. č. 6: Zvážené vzorky připravené pro lázeň

Teplota lázně [°C]	90-95
Uhličitan sodný [g/l]	2
Čistící prostředek [g/l]	5
Poměr hedvábí a vody [g/ml]	1:30

Tab. č. 2: Složení lázně

Cílem experimentu bylo zjistit závislost úbytku sericinu, který byl měřen za pomoci hmotnostního úbytku, v závislosti na délce trvání lázně. Snahou bylo zachovat co nejvíce sericinu v hedvábí, ale zároveň zlepšit rozvláknění na požadovanou úroveň, kdy nebude problém hedvábí dále zpracovat do konečného produktu.

Sericin se začíná ve vodní lázni rozpouštět při teplotě 70 °C. Čím vyšší teplota, tím rychleji se sericin rozpouští, proto byla stanovena teplota na 90 až 95 °C. Lázeň měla odstraňovat sericin postupně a nebylo cílem co nejrychleji odstranit veškerý sericin z kokonů. Z tohoto důvodu byla lázeň složena pouze z uhličitanu sodného a detergentu. Dalším faktorem v případě lázně je nutnost, aby veškeré kokony byly ponořeny do lázně, proto byl stanoven poměr hmotnosti vzorku k objemu lázně. Na 1 g vzorku hedvábí je zapotřebí 30 ml lázně. Posledním prvkem ovlivňujícím množství odstranění sericinu z kokonů hedvábí je doba trvání lázně. Časů trvání lázně bylo zvoleno více. Lázně trvaly 30 min, 45 min a 60 min. Více jak 60 min nebylo testováno, protože po 60 minutách už dochází k odstranění více jak polovičního množství sericinu, což pro tento experiment nebylo žádoucí.



Obr. č. 7: Vzorek po ukončení průběhu lázně

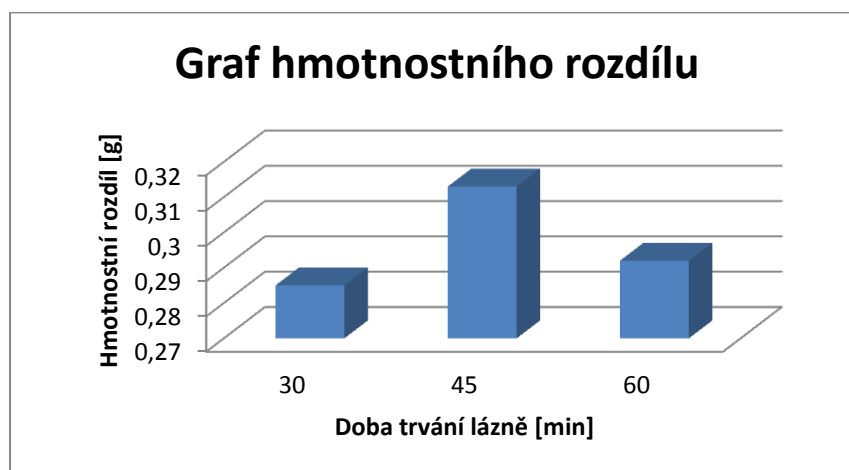
Po ukončení lázně následovalo opláchnutí vzorků ve studené vodě od zbytků látek z lázně. Následovalo sušení v sušárně při 60 °C do konstantní hmotnosti a uložení do exsikátoru. Před samotným měřením bylo provedeno opětovné vysušení v sušárně o teplotě 100 °C po dobu jedné hodiny. Vzorky byly poté opět zváženy v uzavřené nádobě, aby nedošlo k natažení vlhkosti z ovzduší do vzorku.

3.1.3. Výsledky odstranění části sericinu

Výsledným faktorem, který byl sledován pro zjištění úbytku sericinu ze vzorku, byla rozdílná váha před a po lázni. Váhy byly zpracovány pro lepší přehlednost do tabulky č. 2.

Doba trvání lázně [min]	Původní váha vzorku [g]	Váha vzorku po vysušení na 60 °C [g]	Váha vzorku po vysušení na 100 °C po dobu 60 minut [g]
30	1,01	0,746	0,725
45	1,03	0,75	0,717
60	1	0,733	0,708

Tab. č. 3 : – Hmotnostní výsledky experimentu

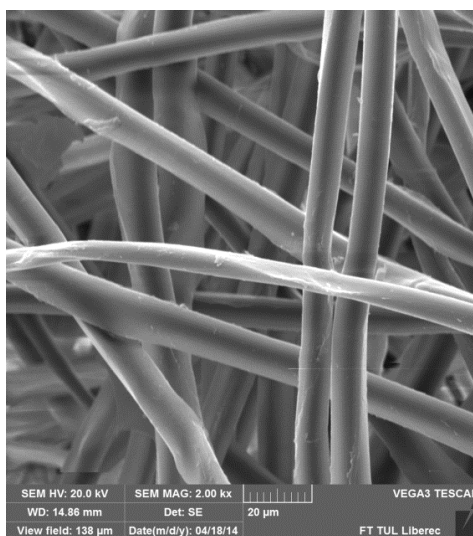


Graf č. 1: Hmotnostní rozdíl vzorků

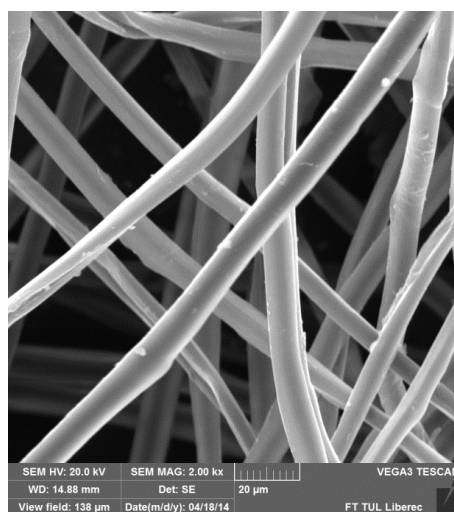
Z tabulky číslo 3 a grafu číslo 1 je patrné že během experimentu došlo k chybě. U lázně trávající 45 minut došlo k hmotnostnímu úbytku většímu o 0,021 g než u vzorku lázně trávající 60 minut. Tato chyba mohla být způsobena vyšší teplotou, než 90-95 °C, nebo špatným promícháváním materiálu. Z elektronového mikroskopu jsou obrázky 8, 9 a 10. Obrázek 8 je nezpracované hedvábí, obrázek 9 pro porovnání je hedvábí po 45 min v lázni a na obrázku číslo 10 hedvábí po 60 min v lázni. Obrázky ukazují odstraňování sericinu z vláken. Na obrázku 8 jsou vidět vlákna obalená v sericinu. Na obrázku 9 a 10 jsou vidět částičky sericinu na jednotlivých vláknech. Pro velkou objemnost jsou veškeré snímky vláken ze SEM mikroskopu připojeny v příloze na CD-ROM.



Obr. č. 8: Surové hedvábí



Obr. č. 9: Hedvábí po 45 minutách lázně



Obr. č. 10: Hedvábí po 60 minutách lázně

Hodnocení vzorků na rozvláknění bylo provedeno ručně. Vzorek byl ručně zkoušen, zda je možné rozdělit jednotlivá vlákna z kokonů. V tomto testování obstály všechny vzorky. Proto bylo rozhodnuto použít lázeň trvající 45 min, aby výsledný produkt obsahoval alespoň poloviční množství sericinu.

3.1.4. Rozvláknění materiálu

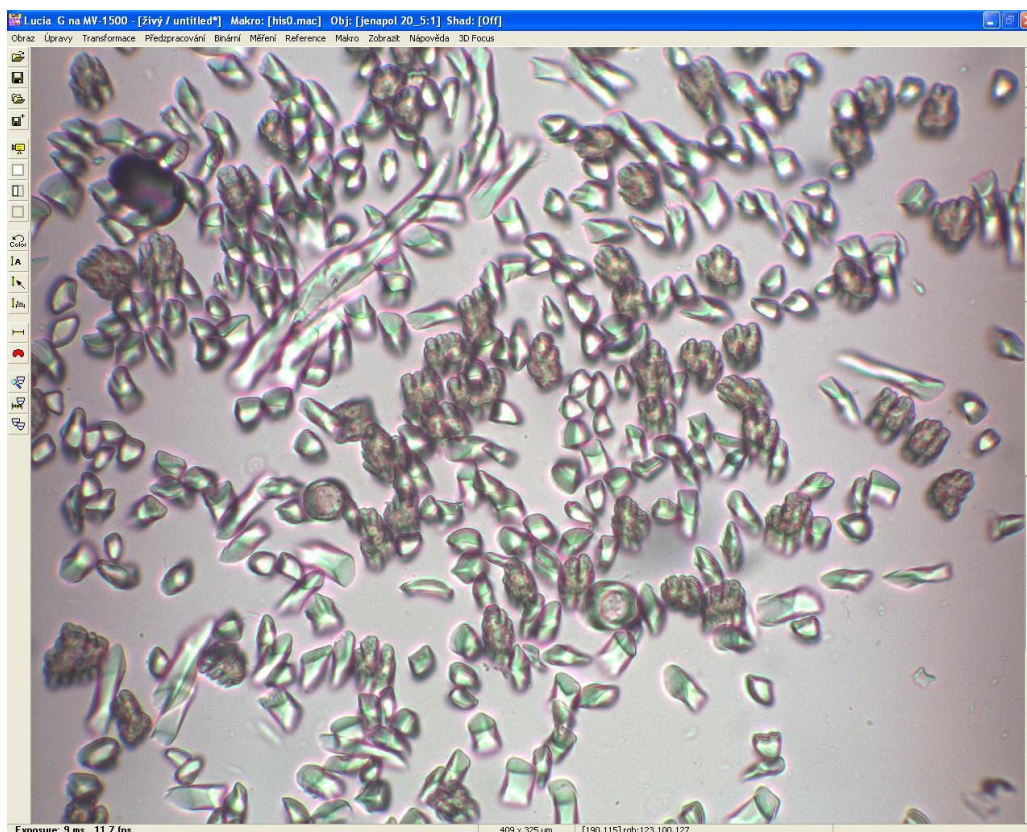
Účelem rozvláknění kokonů a dalších úprav bylo připravit materiál pro mykání. Rozvláknování kokonu s částečně odstraněným sericinem probíhalo za pomoci ručních hřebenových kartáčů. Základním prvkem byla hrst kokonů, větší množství bylo příliš veliké na ruční rozvláknění za pomoci hřebenových kartáčů. Nejdůležitějším hlediskem rozvláknění bylo rozmotání veškerých kokonů ve vzorku. Následnou úpravou po rozvláknění bylo střížení vláken na délku 6 až 8 cm.

3.2 VLASTNOSTI VLÁKENNÉ SUROVINY

Po přípravě vlákenné suroviny pro tvorbu vzorků, bylo definováno několik základních parametrů hedvábných vláken, jako je jemnost a délka vláken.

3.2.1. Stanovení jemnosti hedvábných vláken

Jemnost byla stanovována z plochy průřezu vlákna. Urovnaná vlákna do délky byla zalita do roztoku Duvilax KA-11, kde po ztuhnutí za použití mikrotomu byl oříznut vzorek na podložní sklíčko a připraven preparát. Hodnocení průměrů probíhalo metodou optické analýzy za použití software Lucia G.



Obr. č. 11: Printscreen řezu hedvábí z programu Lucia G

Velikost souboru pro výpočet jemnosti vláken byl 322 hodnot. Jednotlivé plochy vláken byly zjištěny za pomoci programu Lucia G. Následoval výpočet jemnosti vláken z hustoty hedvábí a plochy vláken, za pomoci následujícího vzorce. Hustota hedvábí je 1350 kg/m^3 . [24]

$$T = \rho * S$$

T- jemnost [Tex]

ρ - hustota [kg/m^3]

S-plocha [m^2]

Průměrná jemnost hedvábných vláken naměřena 1,0539 dTex, což odpovídá vyšší kvalitě hedvábí. Se směrodatnou odchylkou 0,0282 a variačním koeficientem 0,0008.

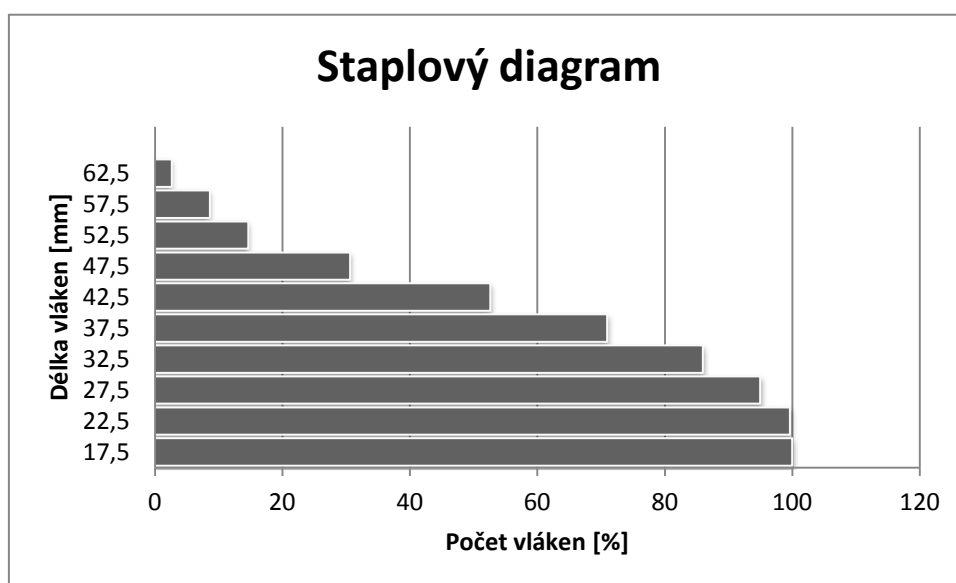
3.2.2 Délka vláken

Pro stanovení délky vláken byl použit staplový kuličkový měřicí stroj, který pracuje na principu jednotlivého tahání vláken do jejich uvolnění po měřicí desce a následném

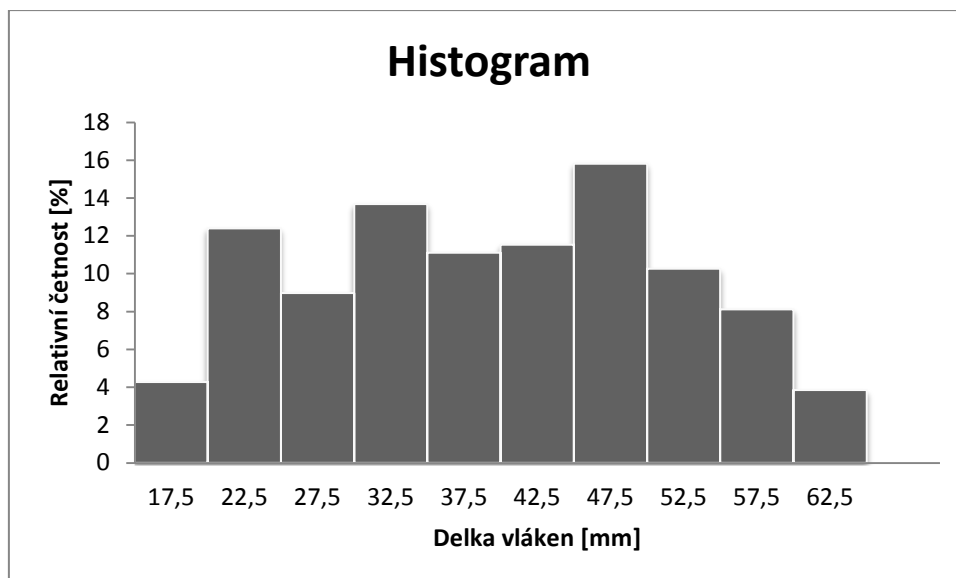
spuštěním kuličky do počítadla pomocí tlačítka na měřicí stupnici. Velikost základního naměřeného souboru je 234 hodnot.

Rozpětí třídy [mm]	Znak třídy	Počet ve třídě
15-20	17,5	10
20-25	22,5	29
25-30	27,5	21
30-35	32,5	32
35-40	37,5	26
40-45	42,5	27
45-50	47,5	37
50-55	52,5	24
55-60	57,5	19
60-65	62,5	9

Tab. č. 4 : Tabulka velikosti tříd délky vláken hedvábí



Graf č. 2: Staplový diagram délky hedvábných vláken



Graf č. 3: Histogram délky hedvábných vláken

Délka vláken se pohybuje od 10 mm do 65 mm. Vlákná delší jak 65 mm nejsou obsažena ve výběru. Pro další zpracování by bylo vhodné zvýšit počet delších vláken a zároveň snížit počet krátkých vláken z důvodu mykání.

3.3. TVORBA SADY VZORKŮ

Při tvorbě sady vzorků byly zvoleny dva druhy technologií pojení vláken. Prvním způsobem pojení byl mechanický způsob vpichování, druhou technologií bylo termické lisování. Připravená vlákna byla před spojením mykána na válcovém mykacím stroji.

3.3.1. Mechanické pojení vpichováním

Vzorek z rouna o hmotnosti jednoho gramu byl vložen do vpichovacího stroje, aby bylo zjištěno, zda je možné za použití mechanického pojení vpichováním vytvořit výsledný tampón. U jednotlivých vzorků byla měněna hloubka vpichu a rychlost posuvu. Nastavení stroje bylo - hloubka vpichu 5 mm a rychlost posuvu 1 m/min. Takto zpracovaný vzorek neodpovídal komerčně prodávaným tampónům svou objemností. Při další sadě vzorků bylo nastavení stroje změněno na hloubku vpichu 15 mm a rychlost posuvu 2 m/min. Toto nastavení nepřineslo změnu objemnosti. Vzorky byly stále vyšší než komerčně prodejné vzorky, které jsou vysoké 1-3mm. Z tohoto důvodu byl tento způsob zavrhnut.

3.3.2. Termické lisování

První sada vzorků byla stlačena na tloušťku 1 mm, za teploty 150 °C po dobu 1 min. V první fázi testování bylo zkoušeno, jak se budou chovat vzorky touto technologií ve smyslu soudržnosti a propojení vrstev. Byl vytvořen soubor 6 způsobů pojení. Samotné hedvábí bez žádných přísad, hedvábí s příměsí bikomponentních vláken, hedvábí s mřížkou z gázy, hedvábí s lepidlovou mřížkou a hedvábí s podlepovací vložkou.

Hedvábí bez přísad

Vzorek zpracovaných vláken hedvábí o hmotnosti 1 g, bez jakýchkoliv přísad byl stlačen na tloušťku 1 mm za teploty 150 °C. Výsledný tampón, byl podle hodnocení porovnáním s ostatními vzorky nejméně soudržný na tření a velmi tenký. Při tření tampónu o pokožku se velmi rychle začala uvolňovat vlákna a jednotlivé vrstvy. Vzorek šel tahem velmi snadno rozdělit. Sericin je sám schopen pojení, z tohoto důvodu byl zvolen vzorek bez jakýchkoliv přísad.

Hedvábí s podlepovací vložkou

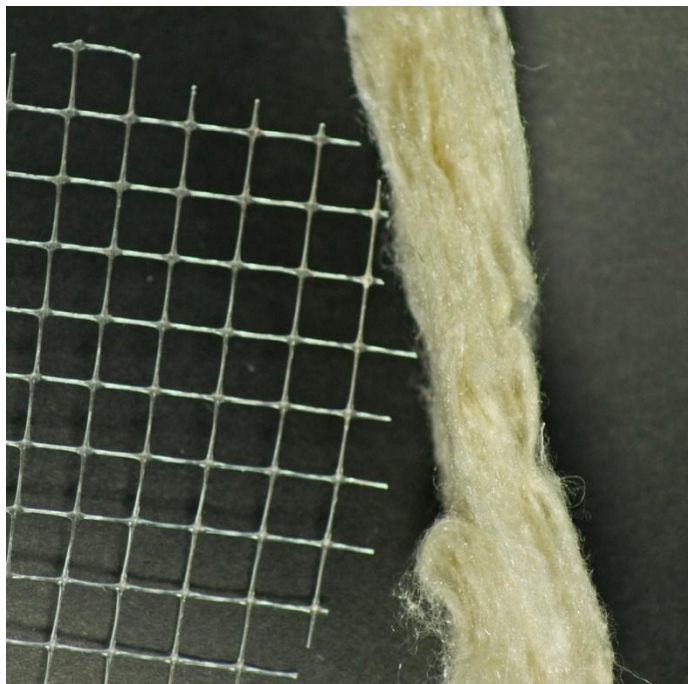
Vzorek o hmotnosti 1 g byl rozdělen na dvě stejné části a mezi ně byla vložena podlepovací výztužná vložka s termicky lepidlovou složkou z jedné strany vyrobena z polyetylenu. Tato podlepovací vložka je užívána v oděvní výrobě k podlepování dílů z důvodu například výztuhy. Takto poskládaný vzorek byl stlačen na tloušťku 1 mm o teplotě 150 °C. Tento vzorek byl velmi odolný vůči přetržení v tahu. Povrchové vrstvy se velmi rychle odtrhávaly a vlákna se oddělovala od vzorku. Tento jev není žádoucí pro výsledný produkt, alespoň ne v takové míře jako je u tohoto způsobu. Po nastřížení vzorku se jednotlivé vrstvy ze strany, kde nebylo pojivo na podlepovací vložce, výrazně oddělovaly, a to oproti straně s pojivem.



Obr. č. 12: Vzorek s konveční lepidlovou vložkou

Hedvábí s mřížkou

Do vzorku hedvábí o hmotnosti 1 g, který byl rozdělen na dva stejné díly, byla vložena mřížka. Tento vrstvený vzorek byl stlačen po dobu 1 min na teplotu 150 °C. Výsledný vzorek vykazoval velmi dobrou odolnost ve tření s pokožkou, neoddělovaly se vrchní vrstvy ani vlákna tak rychle, jako u vzorků pouze z hedvábí a u vzorku s podlepivou vložkou. Stálost na tah byla nižší, než u vzorku s podlepivou vložkou, ale pořád dostatečná pro použití jako výsledný produkt. Při subjektivním hodnocení však nastal problém s mřížkou, která nedegradovala během stlačení a zachovala si původní tvar. Proto vzorek při použití navozoval nepříjemný pocit škrábání mřížky na pokožce. Tento vzorek také vykazoval špatnou soudržnost vrstev. Po zastřížení se jednotlivé vrstvy samovolně rozdělovaly.



Obr. č. 13: Vzorek s pojivou mřížkou

Hedvábí s mřížkou z gázy

Jednogramový vzorek hedvábí byl rozdělen na dva stejné díly, mezi které byla vložena mřížka z gázy. Vzorek byl za teploty 150 °C stlačen na tloušťku 1 mm po dobu 1 min. Takto připravený vzorek vykazoval dobrou stálost v tahu. Nedocházelo k výraznějšímu oddělování jednotlivých vrstev od sebe v porovnání s ostatními vzorky, ani z jedné strany. Mřížka z gázy nezpůsobovala nepříjemný pocit, na rozdíl od pojivé mřížky. Při tření o pokožku se vlákna ze vzorku neoddělovala po dobu potřebnou k očištění pokožky.



Obr. č. 14: Vzorek s mřížkou z gázy

Hedvábí s příměsí bikomponentních vláken

Do hedvábí pro tvorbu tohoto vzorku byla přimíchána bikomponentní vlákna v poměru 20 % k hmotnosti hedvábí bikomponentních vláken. Jako bikomponentní vlákno byl použit polyester-kopolyester o jemnosti 3,1 dTex o délce střihu 35 mm. Vzorek měl dostatečnou pevnost v tahu pro dané použití. Jednotlivé vrstvy se od sebe samovolně nerozdělovaly. Při tření o pokožku nedocházelo k nechtěnému oddělování vláken ze vzorku. Špatným promícháním by ovšem mohlo docházet ke škrábavému pocitu.



Obr. č. 15: Vzorek s bikomponentními vlákny

3.4. VYHODNOCENÍ

Při subjektivním porovnáním vzorků několika hodnotiteli systémem porovnání jednotlivých vzorků mezi sebou a srovnáním od nejvíce vhodného po nejméně vhodný, byly vybrány dva nejvhodnější vzorky. Vzorek s příměsí bikomponentních vláken a vzorek s mřížkou z gázy.

3.4.1 Příprava sady vzorků

Pro následné srovnání s komerčními produkty byly vybrány vzorky s bikomponentními vlákny a s mřížkou z gázy. Za účelem lepšího spojení jednotlivých složek vzorků, byla sada vzorků stlačena při teplotě 186 °C po dobu 2 min. Předem bylo otestováno, že nedojde k nadměrnému zahřátí, aby nedošlo k poškození testovacích sad vzorků.

3.5. TESTOVÁNÍ VZORKŮ

Sada vytvořených vzorků byla testována spolu s trojicí tampónů, které jsou dostupné na trhu. U komerčních vzorků má jeden tampón váhu okolo 0,5 g. Podle kvality zpracování a ceny balení jsou prodávány po 75 až 100 kusech v balení.

3.5.1. Sada vzorků

Vzorky byly očíslovány pro jednodušší orientaci při testování. První 3 jsou vzorky koupené v obchodě. Vzorek číslo 4 a 5 jsou vzorky z fibroinu.

Vzorek 1 je tampón od společnosti CMC Consumer Medical Care GmbH a je vyráběn v Německu. Složení vzorku je 80 % bavlny 20 % polyesterového mikrovlákná. Vzorek pro test vztlínání tohoto tampónu je na obrázku číslo 16. V jednom balení je 75 ks tampónů. Produkt nese název Bel premium a obsahuje aloe vera a panthenol. Tampóny jsou 3 mm tlusté a průměr mají 58 mm. Jedna strana je bez úpravy, druhá strana má křížově vlnitý vzor. Okraj celého vzorku je zpevněn vpichy.



Obr. č. 16: Tampón Bel premium

Vzorek číslo 2 vyrábí společnost Chemica Sp. z.o.o.. Produkt se jmenuje Steffi a je vyráběn v Polsku. V balení je 80 kusů tampónů a jejich složení je 100 % bavlny. Tampóny jsou 4 mm tlusté a průměr mají 59 mm. Okraj není nijak zpevněn, z obou stran mají vytlačené jemné přímé čáry. Na obrázku číslo 17 je ukázán vzorek pro test vztlínání tohoto tampónu.



Obr. č. 17: Tampón Steffi

Třetí vzorek je vyráběn v Itálii pro obchodní řetězec Globus ČR. Nese logo korrekt, které má označovat výhodný produkt v prodejnách Globus. Balení obsahuje 120 kusů

tampónů. Složení tampónu je 100 % bavlna. Okraje tampónů nejsou zpevněny, z jedné strany je vzor - přímé jasné čáry. Obrázek 18 ukazuje vzorek pro vztlínání z tohoto tampónu.



Obr. č. 18: Korrekt tampón

Vzorek číslo 4 je tampón vytvořený pro účely této diplomové práce s příměsí bikomponentních vláken slisovaný na tloušťku 1 mm při teplotě 186 °C. Detail pro testování vztlínání je na obrázku číslo 19.



Obr. č. 19: Vzorek z fibroinu s příměsí bikomponentních vláken

Vzorek číslo 5 je vzorek z fibroinu s mřížkou z gázy uprostřed. Pro tuto práci byl vzorek stlačen při teplotě 186 °C na tloušťku 1 mm. Ostřížený detail pro test vzlínání je vidět na obrázku 20.



Obr. č. 20: Vzorek fibroinu s mřížkou z gázy

3.5.2. Test vzlínání

Délky vzorků 255 mm dle normy pro zkoušku vzlínáním nebylo možné dosáhnout z důvodu velikosti komerčních vzorků, které jsou kruhovitěho tvaru o průměru přibližně 60 mm. Proto byly vzorky upraveny na velikost 10x57 mm. Vzlínání bylo testováno na dvou druzích kapalin, a to na vodě, která byla pro účely testu obarvena černým inkoustem, z důvodu špatné viditelnosti postupu kapaliny vzorkem a možnosti chybného odečtu. Druhou kapalinou byl odličovací přípravek, který se běžně prodává na trhu. I tento přípravek byl obarven inkoustem pro lepší viditelnost prostupu vzorky.

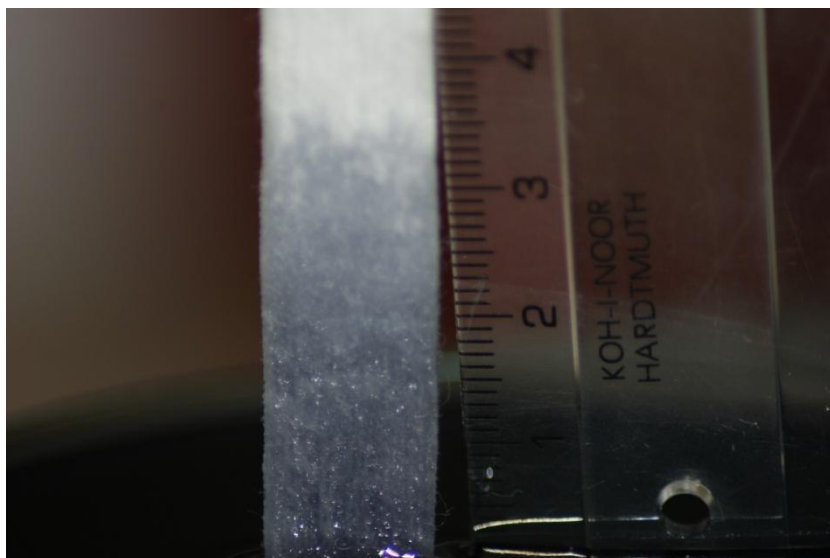
V tabulce číslo 5 jsou uvedeny výšky vzlínání v milimetrech na jednotlivých druzích vzorků. Hloubka ponoru jednotlivých vzorků byla 3 mm a doba vzlínání byla 10 s.

Číslo vzorku	1	2	3	4	5
Výška vzlínání [mm]	16	32	39	0	0

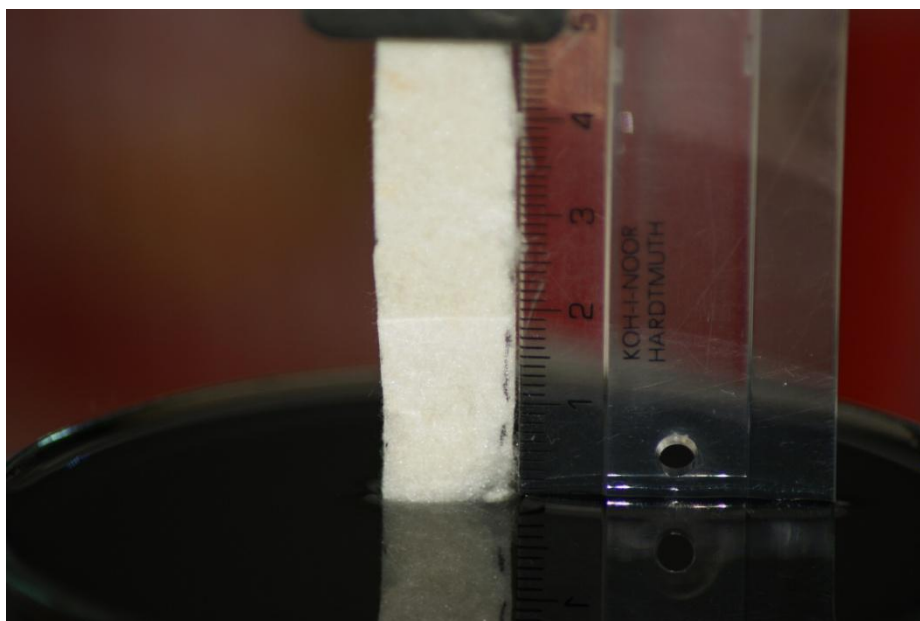
Tab. č. 5: Vzlínání při použití vody

Jak je na obrázku 21 vidět, voda do bavlněných tampónů proniká velmi dobře. Vzorky číslo 2 a 3 nejsou tak upraveny a proto nasají více vody, navíc mají větší tloušťku, což

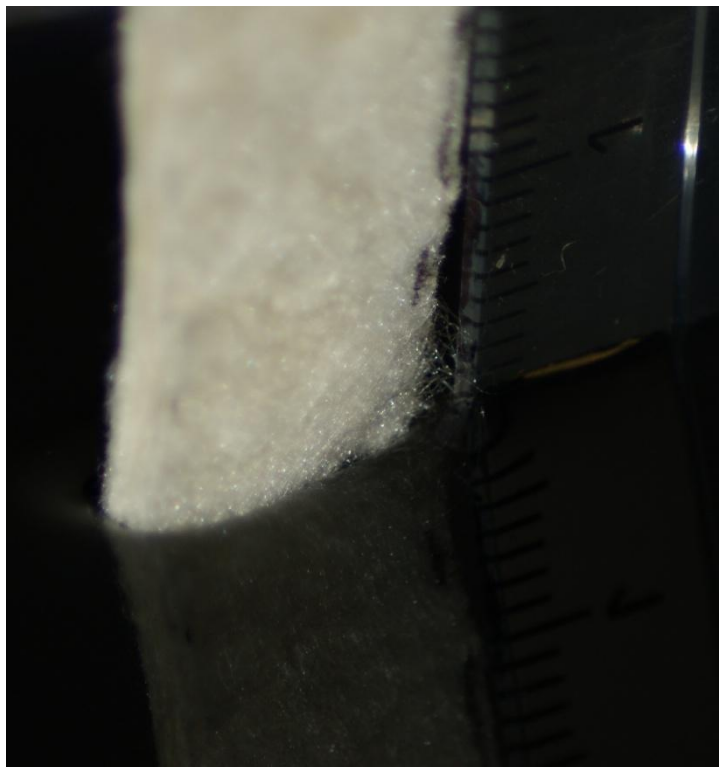
napomáhá vzlínání. První vzorek má oproti ostatním vzorků opracované okraje. Na obrázku číslo 22 je vidět vzorek číslo 4, který je afinní vůči vodě což ukazuje obrázek číslo 23, kde je vyobrazen detail okraje vzorku ponořeného do vody. Společně se vzorkem číslo 5 nezačaly vzlínat vůbec, důvodem může být obsah sericinu ve vzorcích, povrchové napětí vláken, či přítomnost nečistot z válců mykacího stroje.



Obr. č. 21: Vzorek číslo tři během testu vzlínání



Obr. č. 22: Vzorek číslo čtyři během testu vzlínání

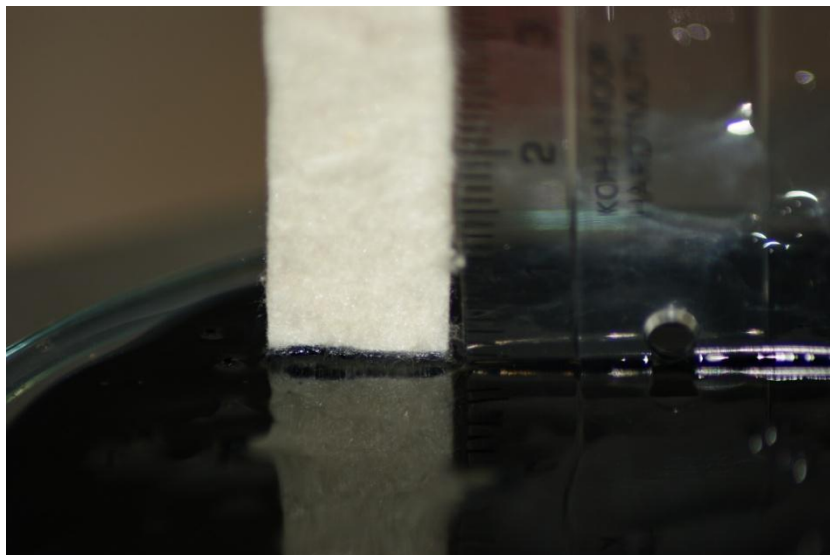


Obr. č. 23: Okraj vzorku čtyři během testu vzlínání

Druhou kapalinou použitou pro zkoušku vzlínáním byl odličovací přípravek od společnosti Garnier z kolekce Pure přípravek 2v1 pro odlišení a odstranění nečistot. Jeho složení je voda, decyl glucoside, propanediol, sodium cocoamphoacetate, carbomer, caprylyl glycol, disodium edta, eucalyptus globulus, glycerin, poloxamer 184, kyselina salicylová, chlorid sodný, hydroxid sodný a glukonát zinečnatý. Tento přípravek byl také obarven černým inkoustem pro dobrý přehled postupu testu. V tabulce číslo 6 jsou vypsány hodnoty výšky vzlínání při použití odličovacího přípravku v milimetrech. Žádný ze vzorků nevzlínal příliš vysoko. Hloubka ponoru byla 3 mm a doba vzlínání byla 1 min. Na obrázku číslo 24 je detail vzorku číslo 4 při testu vzlínání.

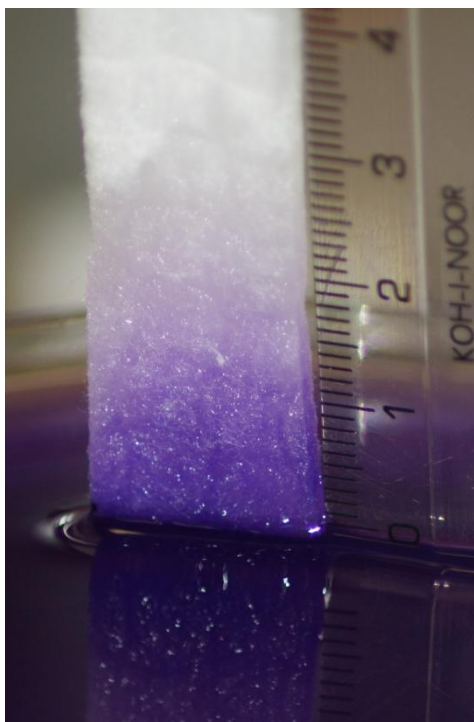
Číslo vzorku	1	2	3	4	5
Výška vzlínání [mm]	1	1,5	1	0,5	0

Tab. č. 6: Vzlínání při použití odličovacího prostředku



Obr. č. 24: Test vztlínání na vzorku číslo čtyři při použití odličovacího přípravku

Pro další zjišťování možností využití vzorků, byl test vztlínání použit i pro třetí kapalinu. Třetí kapalinou byl cyklohexan, který byl obarven olejovými barvami. Obrázek číslo 25 ukazuje vzorek číslo 1 při tomto testu vztlínání. Z obrázku je patrné jak dobře vzorek saje látku i s barvivem. Hloubka ponoru byla 2 mm a doba trvání testu 1 min.



Obr. č. 25: Vzorek jedna s cyklohexanem

Vzorky číslo 4 a 5, jak je vidět na obrázku číslo 26, kde je vyfotografován vzorek číslo 4 během tohoto testu vztlínání, vztlínaly velmi dobře cyklohexan pouze bez barviva. V tabulce číslo 7 jsou vypsány výsledky testu vztlínání s cyklohexanem pro vzorky 4 a 5.

Číslo vzorku	4	5
Výška vztlínání [mm]	25	20

Tab. č. 7: Výsledky testu vztlínání s použitím cyklohexanu

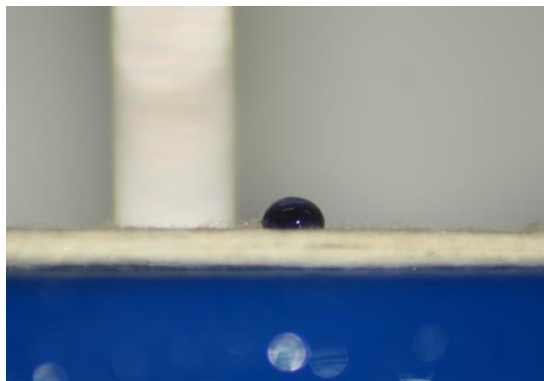


Obr. č. 26: Vzorek číslo čtyři s cyklohexanem

Z testu vztlínivosti vyšlo najevo, že vzorky z hedvábí nesají vodu. Vzorky z bavlny tuto kapalinu sají dobře. Pokud ale sloučíme vodu s nějakou látkou, nebo použijeme-li jinou kapalinu k nasáknutí, jsou hodnoty u vzorků vytvořených pro účely této diplomové práce pouze nižší, než u komerčně prodávaných vzorků, a to obzvláště v případě vzorku číslo 4. Skutečnost, že hedvábné vzorky nesají vodu a při pokusu savosti cyklohexanu s olejovými barvami vztlínaly pouze složku cyklohexan, lze usuzovat, že by bylo možné využít tyto vzorky jako sorbent.

3.5.3. Dynamika nasákavosti

Při tomto testu bylo cílem zjistit, jak moc se kapka přípravku vsákne do vzorku za určitou dobu. Při testování vodou bylo zjištěno, že vzorky z fibroinu jsou afinní k čisté vodě, pokud na ni není vyvíjen tlak. Což dokazuje obrázek číslo 27, který ukazuje kapku inkoustem obarvené vody na povrchu vzorku z fibroinu s příměsí bikomponentních vláken.

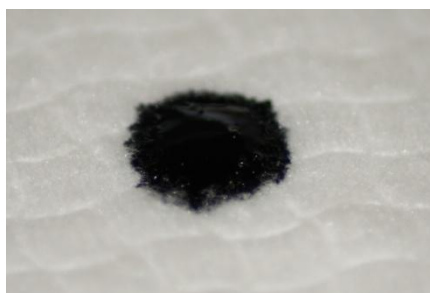


Obr. č. 27: Kapka vody na vzorku z fibroinu

Tento test dopadl stejně i při použití vzorku číslo 5, tedy vzorku s mřížkou z gázy. U vzorků 1 až 3 došlo k okamžitému pohlcení vody do vzorku.

Následovalo testování dynamické nasákavosti s použitím odličovacího přípravku od společnosti Garnier. Byl použit stejný prostředek jako při testu vzlínání a pro lepší přehlednost byl také obarven inkoustem.

Obrázky 28 až 32 ukazují vzorky 1 až 5 po jedné minutě nanesení kapky odličovacího přípravku na vzorek. Mezi vzorky není žádný rozdíl.



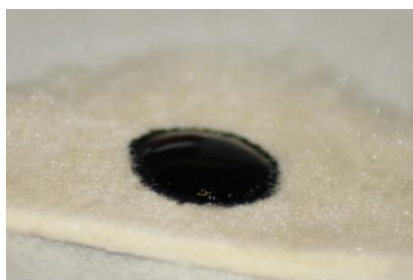
Obr. č. 28: Kapka obarveného odličovadla na vzorku číslo jedna



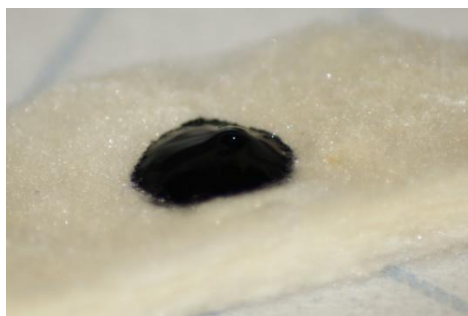
Obr. č. 29: Kapka obarveného odličovadla na vzorku číslo dva



Obr. č. 30: Kapka obarveného odličovadla na vzorku číslo tři



Obr. č. 31: Kapka obarveného odličovadla na vzorku číslo čtyři



Obr. č. 32: Kapka obarveného odličovadla na vzorku číslo pět

Po pěti minutách byly vzorky opět vyfotografovány a bylo hodnoceno jejich nasátí. Vzorek číslo 5 se jevil po jedné minutě jako nejhorší v nasákavosti. Vzorky číslo 2, 3 a 4 nasákaly stejně. Nejlépe nasákal vzorek číslo 1. Postup nasákání po 5 min. je vyzobrazen na obrázcích 33 až 37.



Obr. č. 33: Kapka obarveného odličovadla na vzorku číslo jedna



Obr. č. 34: Kapka obarveného odličovadla na vzorku číslo dvě



Obr. č. 35: Kapka obarveného odličovadla na vzorku číslo tři

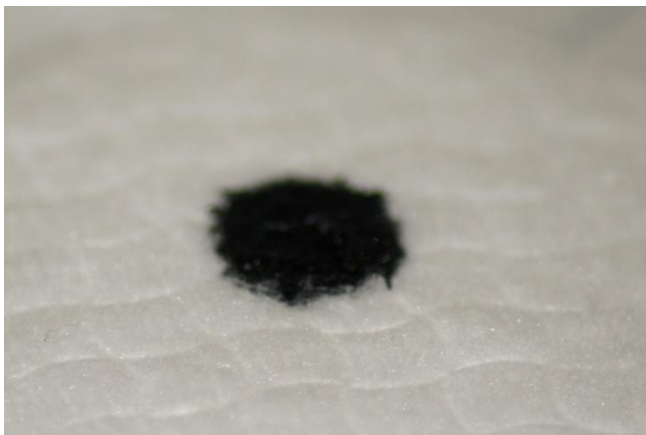


Obr. č. 36: Kapka obarveného odličovadla na vzorku číslo čtyři



Obr. č. 37: Kapka obarveného odličovadla na vzorku číslo pět

Celé testování proběhlo do 10 min, kdy vzorek číslo 1 vsákl veškerou tekutinu, vzorek 2, 3 a 4 vsákly většinu tekutiny a vzorek 5 vsákl nejméně tekutiny. Na obrázku 38 je zobrazen vzorek 1 s uplným nasáknutím a na obrázku 39 je vzorek 5, který nasákl nejméně tekutiny. U vzorku číslo 5 to může způsobovat větší objemnost.



Obr. č. 38: Vzorek číslo jedna po deseti minutách vsakování



Obr. č. 39: Vzorek číslo pět po deseti minutách vsakování

Tento test byl také prováděn s cyklohexanem. Cyklohexan se do jakéhokoli vzorku vsákl během 1 s. Stejný výsledek jako u pokusu s cyklohexanem se opakoval při použití například dětského olejíčku. Pokud by vzorky měly sloužit jako odličovací tampóny a tedy by byly používány s odličovacími prostředky, tak mezi vzorky 1 až 4 není rozdíl.

3.5.4.Pevnost v tahu

Během odličovacího procesu je tampón různě deformován a natahován. Z těchto důvodů byly vzorky vystaveny destruktivní zkoušce tahem. Vždy bylo testováno po 3 kusech od každého druhu vzorku, z důvodu množství hedvábných vzorků. Jednotlivé vzorky byly zastřiženy na velikost 60x20 mm. Rozteč čelistí pro upnutí vzorků byla 20 mm.

Statistické vzorce pro výpočet směrodatné odchylky, variační koeficientu a intervalu spolehlivosti na hladině významnosti 95%, které byly použity pro výpočet hodnot.

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

$$s = \sqrt{s^2}$$

$$v = \frac{s}{\bar{x}} * 100$$

$$IS = \bar{x} \pm u_{1-\frac{\alpha}{2}} * \frac{s}{\sqrt{n}}$$

IS- interval spolehlivosti [-]

s^2 - rozptyl [-]

s- směrodatná odchylka [-]

v- variační koeficient [%]

n- počet měření [-]

\bar{x} – aritmetický průměr [-]

α - koeficient spolehlivosti [-]

$u_{1-\frac{\alpha}{2}}$ – hodnota studentova rozdělení [-]

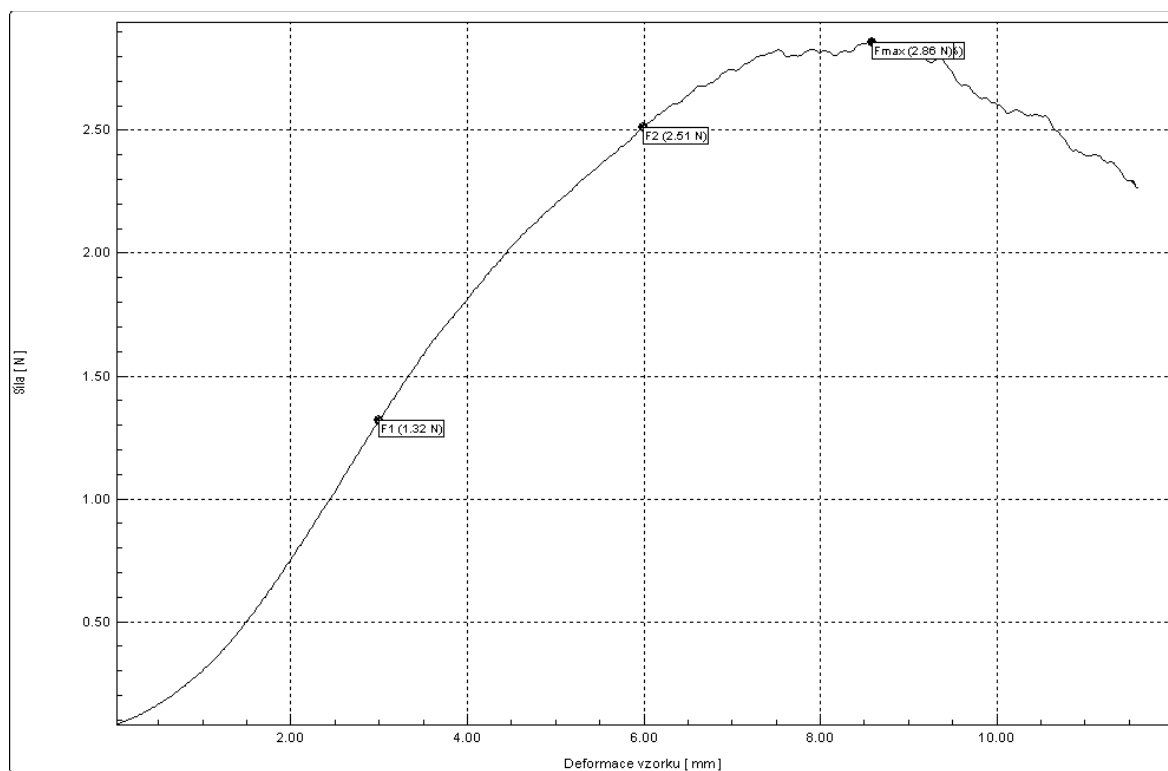
Tabulka číslo 8 a 9 udává hodnoty pro 3 komerční vzorky. Hodnoty v tabulkách ukazují sílu, která byla potřebná k přetrhu vzorku a délku posuvu čelistí od sebe, než došlo k přetrhu vzorku. Na grafu číslo 3 je vykreslen průběh zkoušky tahem u jednoho z komerčních vzorků. Na obrázku číslo 40 je zachycen komerční vzorek během zkoušky.

Číslo vzorku		Síla potřebná k přetrhu [N]	Průměrná hodnota	Variační koeficient	Směrodatná odchylka	Interval spolehlivosti
Vzorek číslo jedna	1	4,06	4,10	0,15	0,38	<4,97;6,4>
	2	4,59				
	3	3,66				
Vzorek číslo dvě	1	3,12	3,28	0,18	0,42	<2,8;3,75>
	2	3,85				
	3	2,86				
Vzorek číslo tři	1	5,02	5,69	0,4	0,63	<3,67;4,53>
	2	6,53				
	3	5,51				

Tab. č. 8: Tabulka hodnot pro sílu potřebnou k přetrhu komerčních vzorků

Číslo vzorku		Délka posuvu [mm]	Průměrná hodnota	Variační koeficient	Směrodatná odchylka	Interval spolehlivosti
Vzorek číslo jedna	1	8,72	8,38	1	1	<6,97;8,51>
	2	9,39				
	3	7,02				
Vzorek číslo dvě	1	10,61	10,28	1,27	1,6	<8,55;11,71>
	2	11,64				
	3	8,59				
Vzorek číslo tři	1	8,57	7,74	0,46	0,68	<7,25;9,51>
	2	7,76				
	3	6,9				

Tab. č. 9: Tabulka délky posuvu čelistí potřebné k přetrhu komerčních vzorků



Graf. č. 4: Graf zkoušky přetrhu vzorku číslo dvě, třetího pokusu



Obr. č. 40: Komerční vzorek v průběhu zkoušky

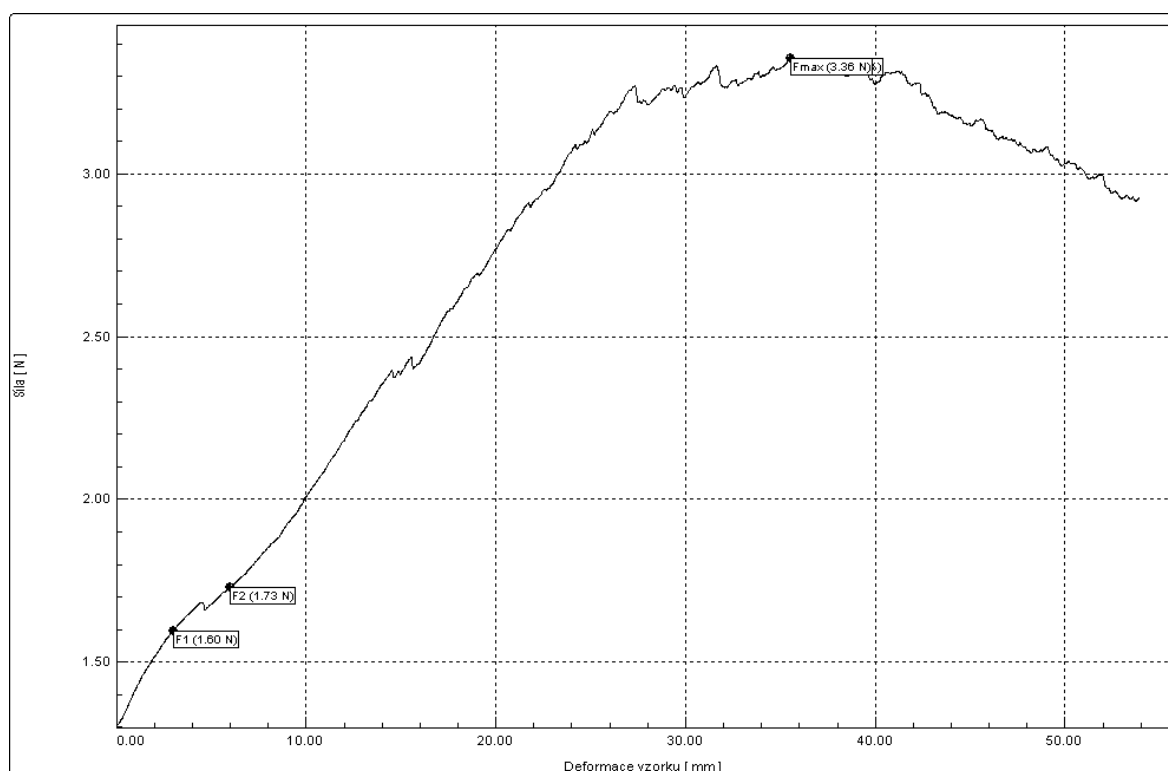
Po otestování komerčních vzorků byly otestovány vzorky 4 a 5, neboli vzorky vyrobené pro tuto diplomovou práci z hedvábí. Tabulka číslo 10 a 11 ukazuje naměřené hodnoty pro hedvábné vzorky 4 a 5. Graf číslo 5 ukazuje průběh zkoušky na vzorku číslo 5 při třetím pokusu.

Číslo vzorku		Délka posuvu [mm]	Průměrná hodnota	Variační koeficient	Směrodatná odchylka	Interval spolehlivosti
Vzorek číslo čtyři	1	8,68	10,11	45,52	6,75	<2,47;17,74>
	2	18,99				
	3	2,65				
Vzorek číslo pět	1	37,63	32,18	39,78	6,31	<25,04;39,32>
	2	23,34				
	3	35,57				

Tab. č. 10: Tabulka délky posuvu čelistí potřebné k přetrhu hedvábných vzorků

Číslo vzorku		Síla potřebná k přetrhu [N]	Průměrná hodnota	Variační koeficient	Směrodatná odchylka	Interval spolehlivosti
Vzorek číslo čtyři	1	10,1	18,36	246,62	15,71	<0,59;36,13>
	2	4,63				
	3	40,34				
Vzorek číslo pět	1	2,03	3,49	1,54	1,24	<2,1;4,9>
	2	5,07				
	3	3,36				

Tab. č. 11: Tabulka hodnot pro sílu potřebnou k přetrhu hedvábných vzorků



Graf č. 5: Graf zkoušky přetrhu vzorku číslo pět, třetího pokusu

Výsledky testů provedených na trhačce ukazují vysokou neregulárnost hedvábných vzorků a to obzvlášť u vzorku číslo 4. Tato neregulárnost může být způsobena nedostatečným promícháním bikomponentních vláken v hedvábí. U vzorků číslo 5 to způsobuje bavlněná mřížka, která je uvnitř vzorku.

3.6. NÁKLADOVÁ ANALÝZA

Bavlněné tampóny prodávané na trhu jsou prodávány v rozmezí mezi 20 až 60 Kč. Balení je rozdílné podle zpracování. Pohybuje se mezi 60 až 120 ks. Dále je možné zakoupit výrobky z bio bavlny, které jsou prodávány od 60 do 100 Kč. Tyto bio tampóny jsou prodávány v baleních po 40 až 60 kusech. Pokud vezmeme v úvahu nejlevnější variantu, a to balení 60 kusů tampónu za cenu 20 Kč, vychází nám cena jednoho tampónu 0,33 Kč a to jako konečná cena v obchodě. Pokud budeme počítat bio tampóny v balení po 40 kusech za cenu 70 Kč, dostaneme se na výslednou cenu 1,75 Kč za jeden tampón v obchodě.

Cena odpadového hedvábí je určována dle stupně zpracování. Nejlevněji se prodávají kokony. Pohybuje se od 3,8 do 30 amerických dolarů za 1 kg. V přepočtu, kdy kurz dolaru a české koruny je 20 Kč za jeden americký dolar vychází cena za 1 kg hedvábí na 76 až 600 Kč. Na výrobu jednoho tampónu z hedvábí je potřeba 1 g hedvábí. Musíme také počítat s úbytkem hmotnosti odstraněním sericinu, který činí přibližně 10 %. Při výrobě vzniká také odpad, část lze opětovně zpracovat. Tato ztráta odpadem by neměla přesáhnout 10 %. Z 1 kg hedvábí lze tedy přibližně vyrobit 800 kusů tampónů. Cena jednoho tampónu pouze v materiálu se pohybuje v rozmezí od 0,095 do 0,75 Kč. Při velkovýrobě nejsou náklady na výrobu a balení jednoho tampónu tak velké, aby přesáhly cenu 1 Kč na kus. Tento hrubý výpočet nám ukazuje, že je možný prodej hedvábných tampónů na cenové hranici s tampóny vyrobenými z bio bavlny. [25]

4. ZÁVĚR

Diplomová práce uvádí jednu z možností zpracování odpadního fibroinu. Zabývá se možností vyrábět z hedvábí odličovací tampóny s příměsí sericinu, který je žádanou složkou v kosmetických přípravcích, a to zejména pro své účinky. Odstraňování sericinu se zjišťovalo hmotnostním úbytkem a snímkem pořízeným SEM mikroskopem. Z tohoto poznatku se určila vhodná doba trvání lázně. Z připraveného materiálu byla vytvořena sada pěti vzorků s rozdílným složením pro testování. K testování byly vybrány dva druhy vzorků, a to vzorek hedvábí smíchaný s bikomponentními vlákny a vzorek, který měl uvnitř mřížku z gázy. Tyto vzorky obstály v testování nejlépe v porovnání s ostatními vzorky z hedvábí. Oba vzorky byly porovnány v sérii testů se třemi různými komerčně prodáványmi tampóny z bavlny. Odličovací prostředky na bázi vody i oleje dokáže vzorek s příměsí bikomponentních vláken z hedvábí pojmout podobně jako tampóny bavlněné. Hedvábný vzorek s mřížkou z gázy v porovnání s bavlněnými tampóny neuspěl. Nákladová analýza ukázala, že z finančního hlediska je výroba tampónů možná, ale pouze jako dražšího produktu ve vyšší cenové třídě.

Jako další pokračování bych doporučil zabýváním se možností využití sericinu jako pojiva. Zpřesněním odstraňování sericinu z vláken. Upřesnění mykání a různým nastavením mykacího stroje. Další možností je použití jiných materiálů jako pojiva vlákenných vrstev.

5. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] JIRSÁK, Oldřich a Klára KALINOVÁ. *Netkané textilie*. Vyd. 1. Liberec: Technická univerzita, 2003, 129 s. ISBN 80-708-3746-2.
- [2] DOSTALOVÁ, Mirka a Mária KŘIVÁNKOVÁ. *Základy textilní a oděvní výroby*. Vyd. 3., upr. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2004, 185 s. ISBN 80-708-3831-0.
- [3] HEROLDOVÁ, Helena. *Čína - země hedvábí: od starověku po současnost*. Vyd. 1. Praha: NLN, Nakladatelství Lidové noviny, 2010, 186 s. Dějiny odívání. ISBN 978-807-4220-289.
- [4] ONDRÁK, František. *Textilní slabikář: Malá technologie hedvábí*. Brno: Textilní ústav československý, 1947
- [5] Živočišná vlákna. [online]. [cit. 2014-02-10]. Dostupné z: http://www.kmi.tul.cz/studijni_materialy/data/2013-10-04/08-13-23.pdf
- [6] Sericin a jeho využití v kosmetice [online]. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2013 [cit. 2014-02-10]. Dostupné z: http://dspace.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/24316/tlašková_2013_dp.pdf?sequence=1. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce Ing. Jana Pavlačková Ph.D.
- [7] FARSKÁ, Kateřina. *Přírodní hedvábí pro výrobu zdravotnických textilií*. s. 9.
- [8] PADAMWAR, M. N., A. P. PAWAR. *Silk sericin and its applications*. [online]. 2004, 323 – 329 [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: <http://www.niscair.res.in/sciencecommunication/ResearchJournals/rejour/Jsir/Fulltextsearch/2004/April%202004/JSIR-vol%2063-April%202004-pp%20323-329.htm>.
- [9] CASPIAN, J. *The silk proteins, sericin and fibroin in silkworm, Bombyx mori*. [online]. 2007, č. 2, 63 – 76 [cit. 2013-04-12]. Dostupné z: <http://research.guilan.ac.ir/cjes/.papers/751.pdf>
- [10] PATEL, R.J., M. K. MODASIYA. *Sericin: Pharmaceutical Applications*. [online]. 2011, č. 2, 913 – 915 [cit. 2013-04-02]. ISSN 2229-3701. Dostupné z: <http://www.ijrbsonline.com/files/RW6.pdf>.
- [11] ČSN 80 0828. *Plošné textilie. Stanovení savosti vůči vodě. Postup vztlínáním*. 1992.
- [12] ČSN 80 0831. *Savost plošných textilií. Stanovení nasákavosti*. 1971.

[13] SILK NONWOVEN FABRIC [patent]. JPH06235154. Uděleno 1994-08-23.

Dostupné

z:http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=153&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=19940823&CC=JP&NR=H06235154A&KC=A

[14] COMPOSITE MATERIAL CONSISTING OF SILK MATERIAL AND OPTICAL SEMICONDUCTOR [patent]. JPH06343874. Uděleno 1994-12-20. Dostupné z:

http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=148&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=19941220&CC=JP&NR=H06343874A&KC=A

[15] Method for manufacturing plane cocoon fiber nonwoven sheet material [patent].

CN101418520. Uděleno 2009-04-29. Dostupné z:

http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=23&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20090429&CC=CN&NR=101418520A&KC=A

[16] Bacteria-isolated anti-acarus textile and production device thereof [patent].

CN201433325. Uděleno 2010-03-31. Dostupné z:

http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=17&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20100331&CC=CN&NR=201433325Y&KC=Y

[17] Silk fibre spun-laced nonwoven fabrics [patent]. CN201106090. Uděleno 2008-08-27. Dostupné z:

http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=32&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20080827&CC=CN&NR=201106090Y&KC=Y

[18] Production method of spun silk and cotton blended spunlace nonwoven fabric [patent]. CN102493124. Uděleno 2012-06-13. Dostupné z:

http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=4&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20120613&CC=CN&NR=102493124A&KC=A

[19] Process for producing a fine powder of silk fibroin [patent]. US4233212 (A). Uděleno 11.11.1980. Dostupné z:

http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=19801111&DB=EPODOC&locale=en_EP&CC=US&NR=4233212A&KC=A&ND=4

[20] AUTOR NEUVEDEN. blog starej latryny [online]. [cit. 13.5.2014]. Dostupný na WWW: <http://latrynask.blog.cz/galerie/fauna/motyle/obrazek/48616166>

[21] ING. GRABMÜLLEROVÁ. Katedra textilních materiálů [online]. [cit. 13.5.2014]. Dostupný na WWW: <http://www.ft.tul.cz/depart/ktm/?q=cs/hedvabi>

[22] AUTOR NEUVEDEN. Fareva [online]. [cit. 13.5.2014]. Dostupný na WWW: <http://www.fareva.cz/blog/>

[23] AUTOR NEUVEDEN. Omics Group [online]. [cit. 13.5.2014]. Dostupný na WWW: <http://omicsonline.org/2155-952X/images/2155-952X-S9-004-g005.gif>

[24] Živočišná vlákna [online]. 2013 [cit. 2014-05-13]. Dostupné z: http://www.kmi.tul.cz/studijni_materialy/data/2013-10-04/08-13-23.pdf

[25] Alibaba.com. [online]. [cit. 2014-05-13]. Dostupné z: <http://www.alibaba.com/showroom/silk-waste.html>

Seznam obrázků

- Obrázek č. 1: Bourec morušový [20]
Obrázek č. 2: Příčný řez hedvábím [21]
Obrázek č. 3: Kokon Bource morušového [22]
Obrázek č. 4: Fibroin obalený sericinem [23]
Obrázek č. 5: Očištěné surové hedvábí
Obrázek č. 6: Zvážené vzorky připravené pro lázeň
Obrázek č. 7: Vzorek po ukončení průběhu lázně
Obrázek č. 8: Surové hedvábí
Obrázek č. 9: Hedvábí po 45 minutách v lázni
Obrázek č. 10: Hedvábí po 60 minutách lázně
Obrázek č. 11: Printscreen řezu hedvábí z programu Lucia G
Obrázek č. 12: Vzorek s konvekční lepidlovou vložkou
Obrázek č. 13: Vzorek s pojivou mřížkou
Obrázek č. 14: Vzorek s mřížkou z gázy
Obrázek č. 15: Vzorek s bikomponentními vlákny
Obrázek č. 16: Tampón Bel premium
Obrázek č. 17: Tampón Steffi
Obrázek č. 18: Korrekt tampón
Obrázek č. 18: Vzorek z fibroinu s příměsí bikomponentních vláken
Obrázek č. 20: Vzorek fibroinu s mřížkou z gázy
Obrázek č. 21: Vzorek číslo tři během testu vzlínání
Obrázek č. 22: Vzorek číslo čtyři během testu vzlínání
Obrázek č. 23: Okraj vzorku číslo čtyři během vzlínání
Obrázek č. 24: Test vzlínání na vzorku číslo čtyři při použití odličovacího přípravku
Obrázek č. 25: Vzorek jedna s cyklohexanem
Obrázek č. 26: Vzorek číslo čtyři s cyklohexanem
Obrázek č. 27: Kapka vody na vzorku z fibroinu
Obrázek č. 28: Kapka obarveného odličovadla na vzorku číslo jedna
Obrázek č. 29: Kapka obarveného odličovadla na vzorku číslo dva
Obrázek č. 30: Kapka obarveného odličovadla na vzorku číslo tři
Obrázek č. 31: Kapka obarveného odličovadla na vzorku číslo čtyři
Obrázek č. 32: Kapka obarveného odličovadla na vzorku číslo pět
Obrázek č. 33: Kapka obarveného odličovadla na vzorku číslo jedna
Obrázek č. 34: Kapka obarveného odličovadla na vzorku číslo dvě
Obrázek č. 35: Kapka obarveného odličovadla na vzorku číslo tři
Obrázek č. 36: Kapka obarveného odličovadla na vzorku číslo čtyři

Obrázek č. 37: Kapka obarveného odličovadla na vzorku číslo pět

Obrázek č. 38: Vzorek číslo jedna po deseti minutách vsakování

Obrázek č. 39: Vzorek číslo pět po deseti minutách vsakování

Obrázek č. 40: Komerční vzorek v průběhu zkoušky

6. SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1: Hmotnostní rozdíl vzorků

Graf č. 2: Staplový diagram délky hedvábných vláken

Graf č. 3: Histogram délky hedvábných vláken

Graf č. 4: Graf zkoušky přetrhu vzorku číslo dvě, třetího pokusu

Graf č. 5: Graf zkoušky přetrhu vzorku číslo pět, třetího pokusu

7. SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1: Seznam procentuálního zastoupení aminokyselin [6]

Tabulka č. 2: Složení lázně

Tabulka č. 3: Hmotnostní výsledek experimentu

Tabulka č. 4: Tabulka velikosti tříd délky vláken hedvábí

Tabulka č. 5: Vzlínání při použití vody

Tabulka č. 6: Vzlínání při použití odličovacího prostředku

Tabulka č. 7: Výsledky testu vzlínání s použitím cyklohexanu

Tabulka č. 8: Tabulka hodnot pro sílu potřebnou k přetrhu komerčních vzorků

Tabulka č. 9: Tabulka délky posuvu čelistí potřebnou k přetrhu komerčních vzorků

Tabulka č. 10: Tabulka délky posuvu čelistí potřebnou k přetrhu hedvábných vzorků

Tabulka č. 11: Tabulka hodnot pro sílu potřebnou k přetrhu hedvábných vzorků

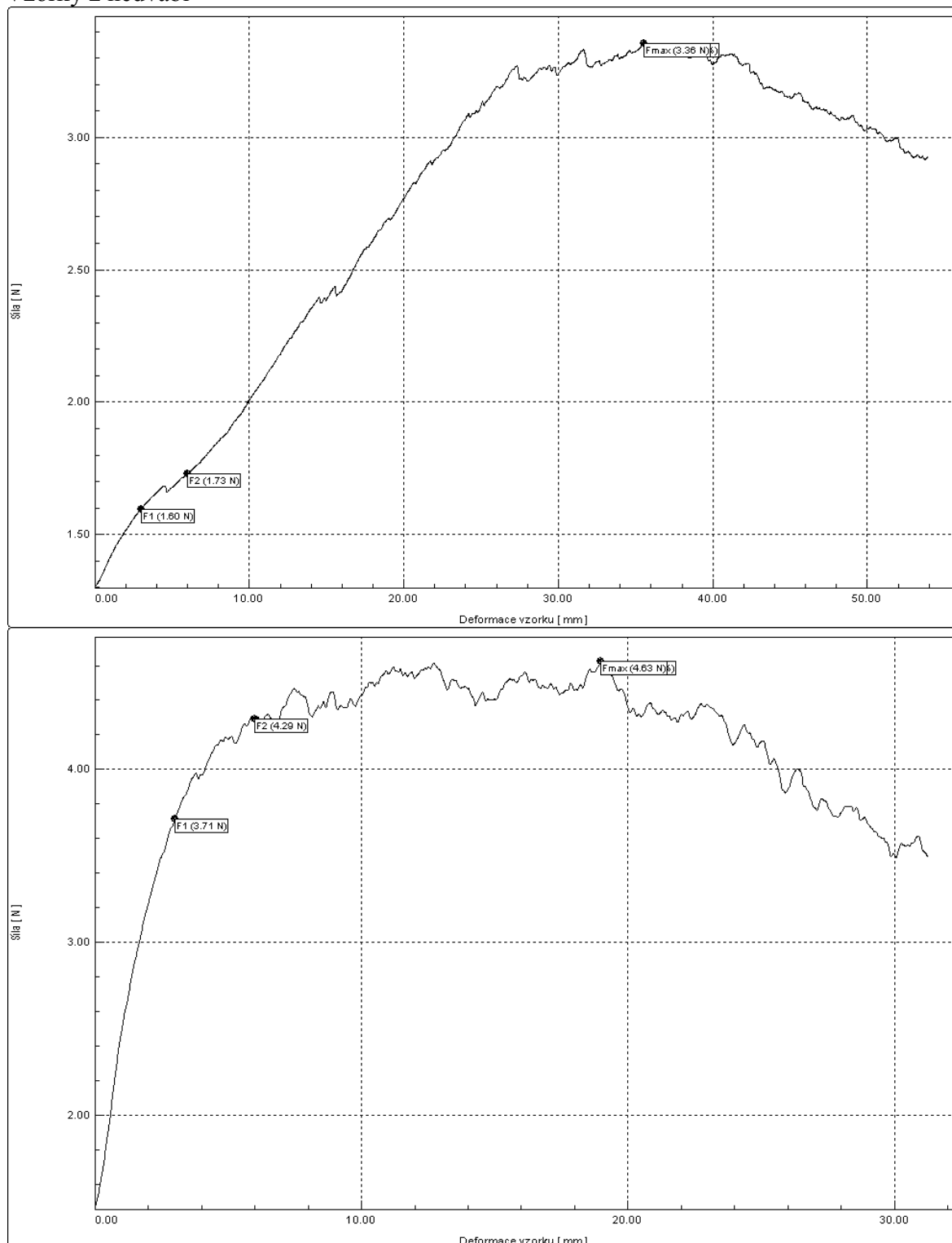
8. SEZNAM PŘÍLOH

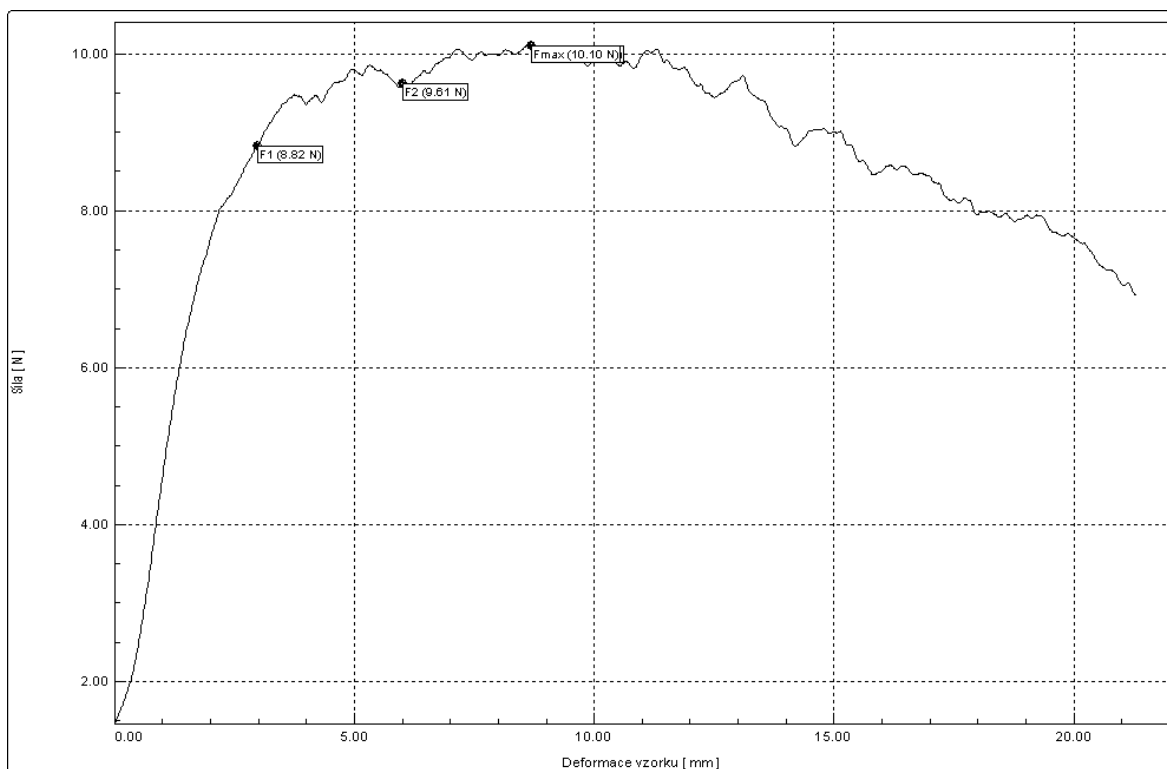
Příloha 1: Grafy průběhu zkoušky přetrhu

Příloha 2: Fotografie vláken přes SEM mikroskop

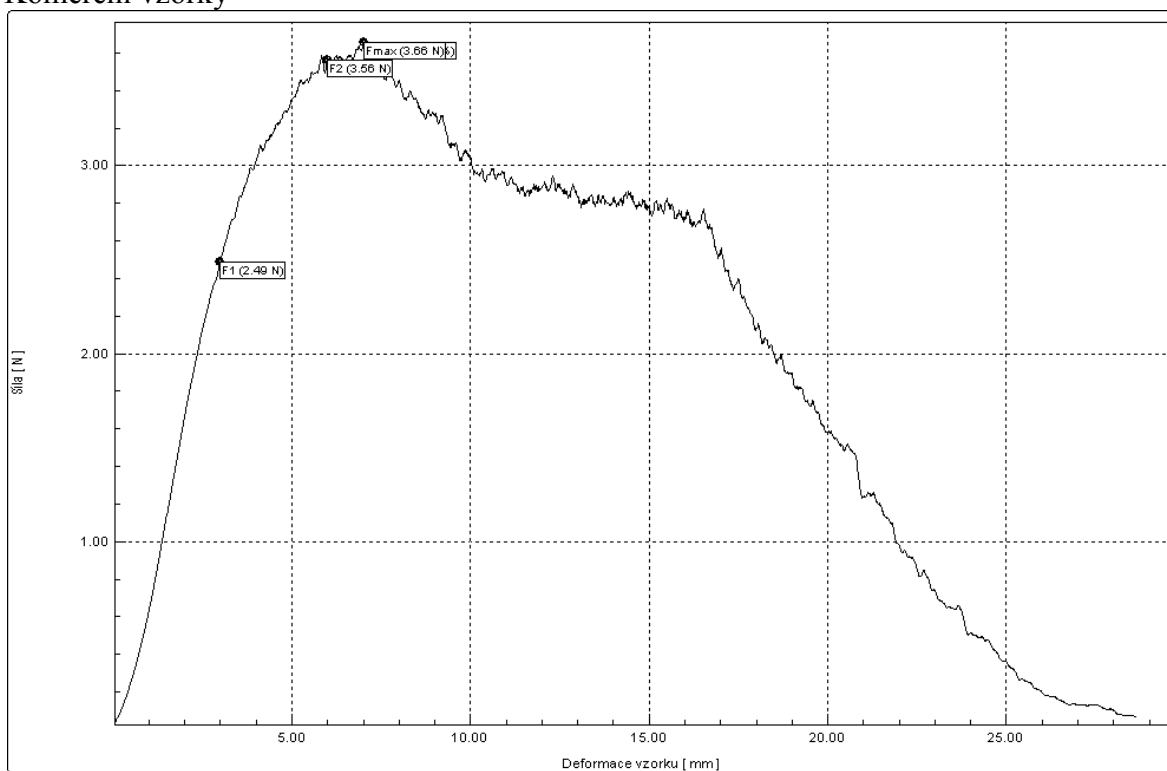
Příloha 1 : Grafy průběhu zkoušky přetřhu

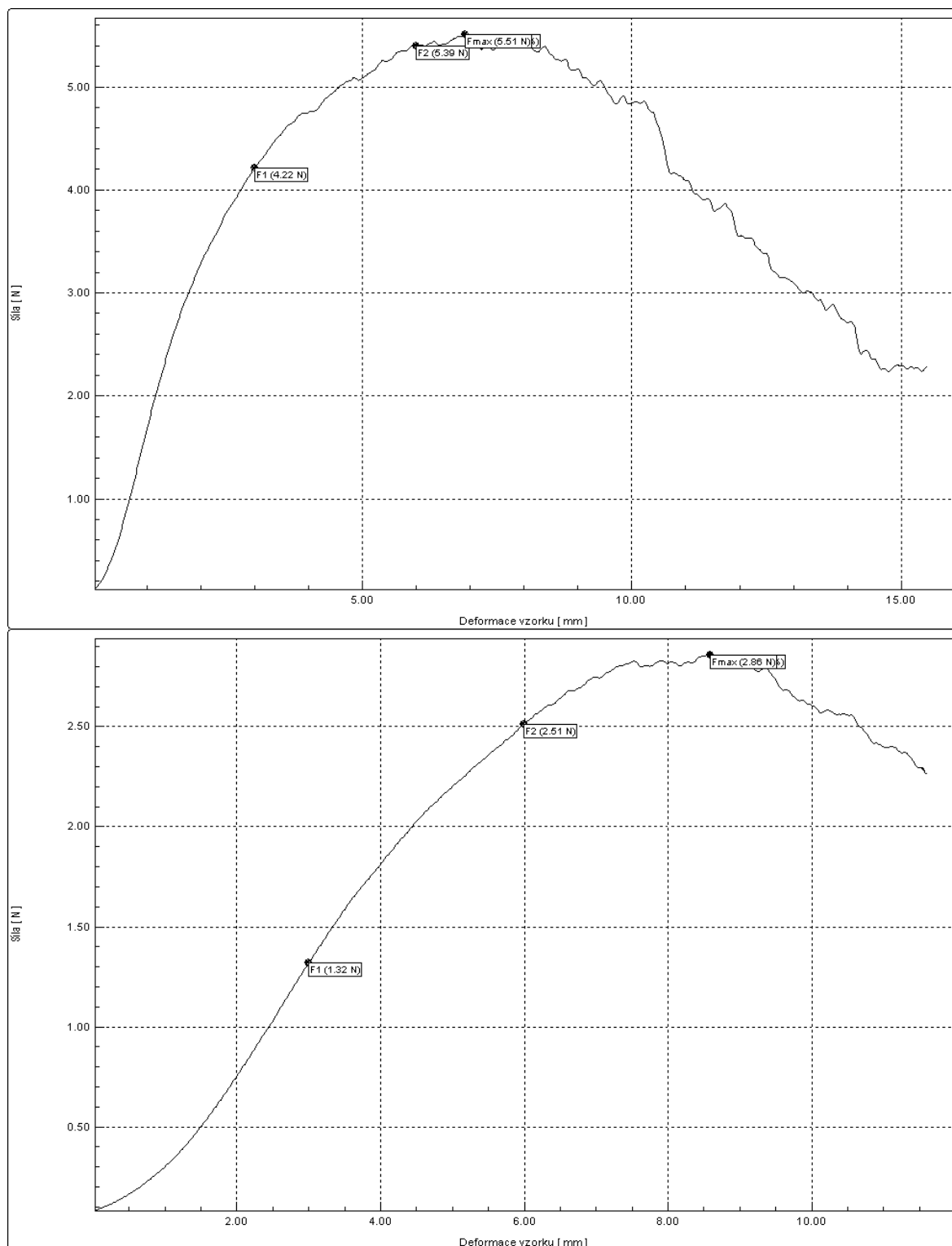
Vzorky z hedvábí





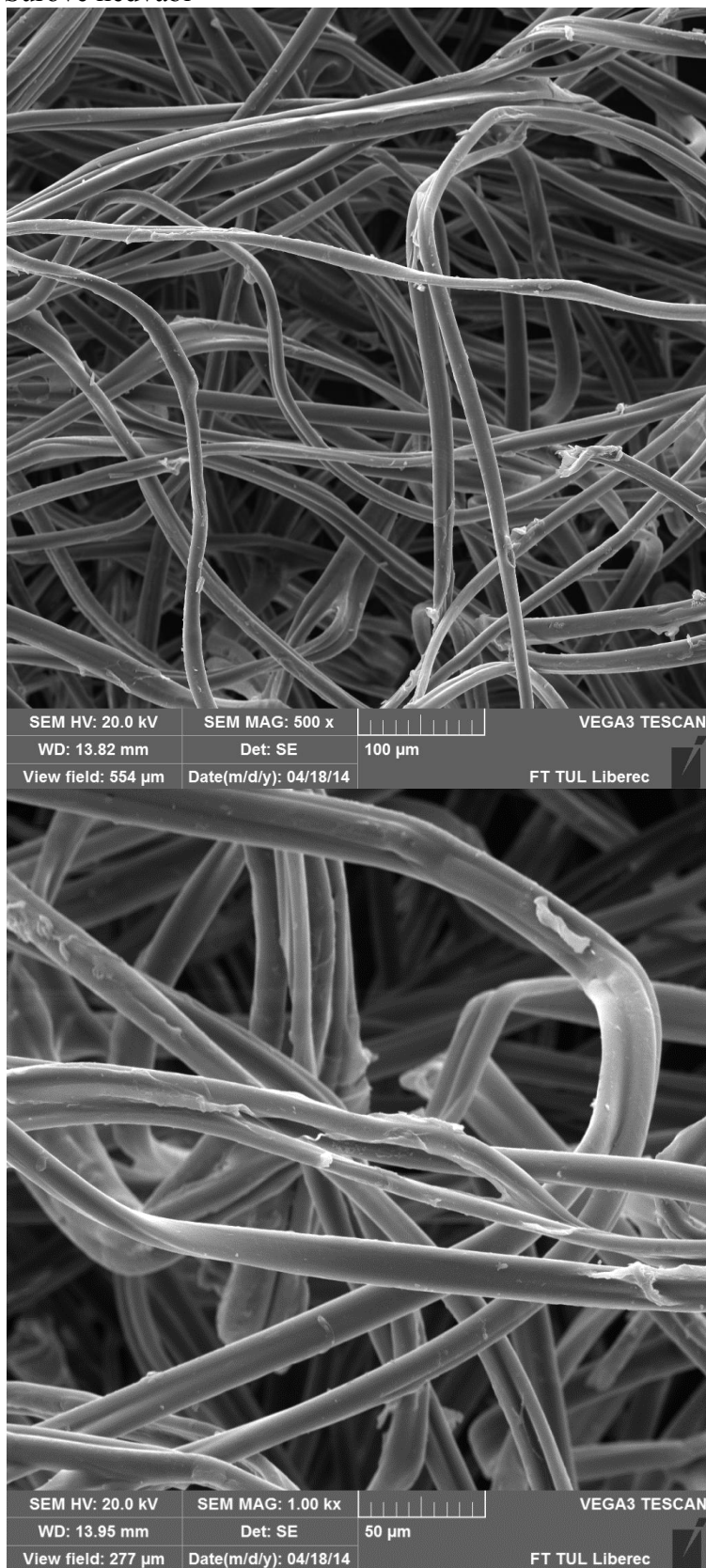
Komerční vzorky





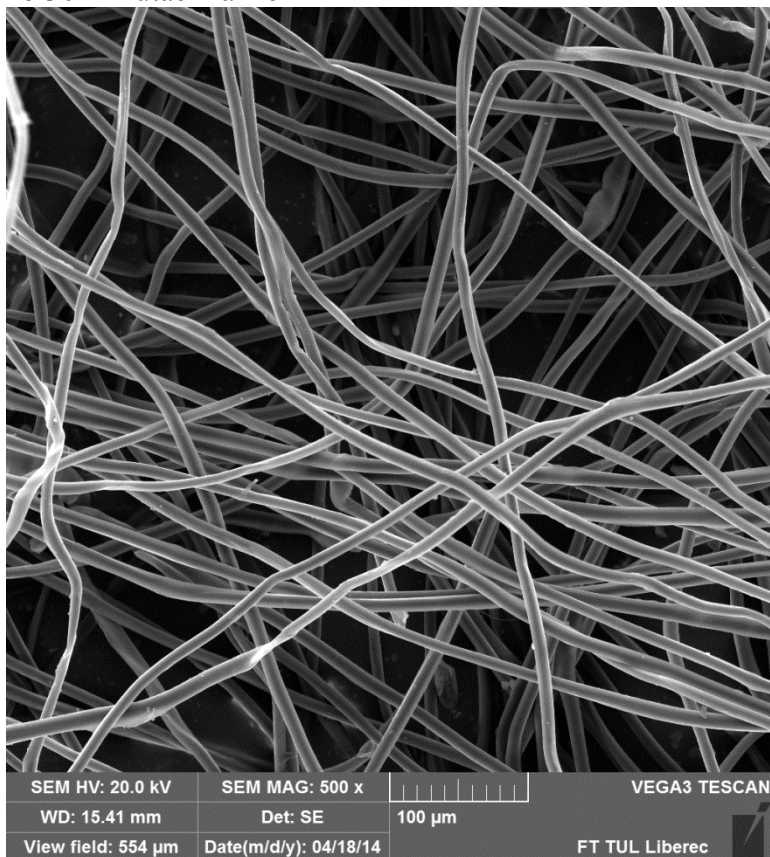
Příloha 2: Fotografie vláken přes SEM mikroskop

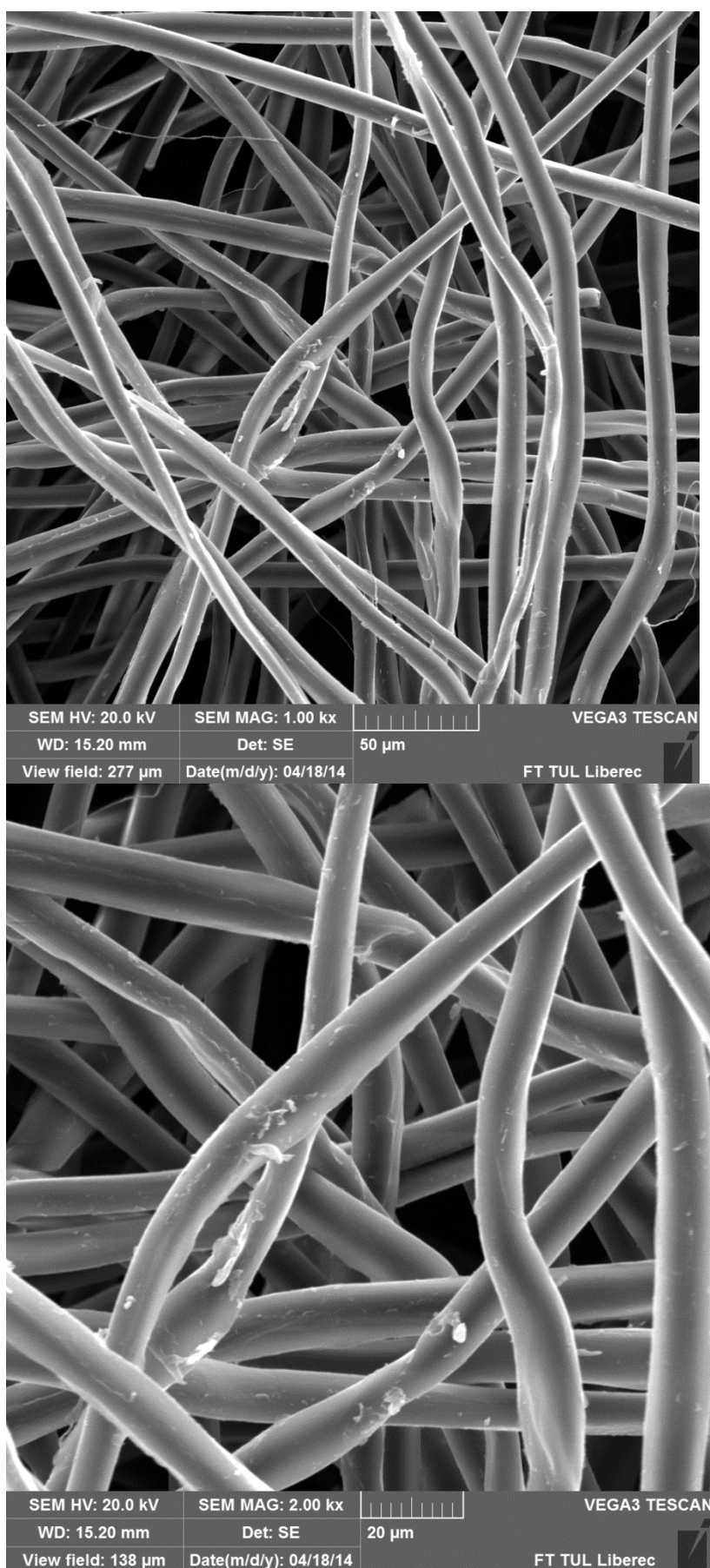
Surové hedvábí



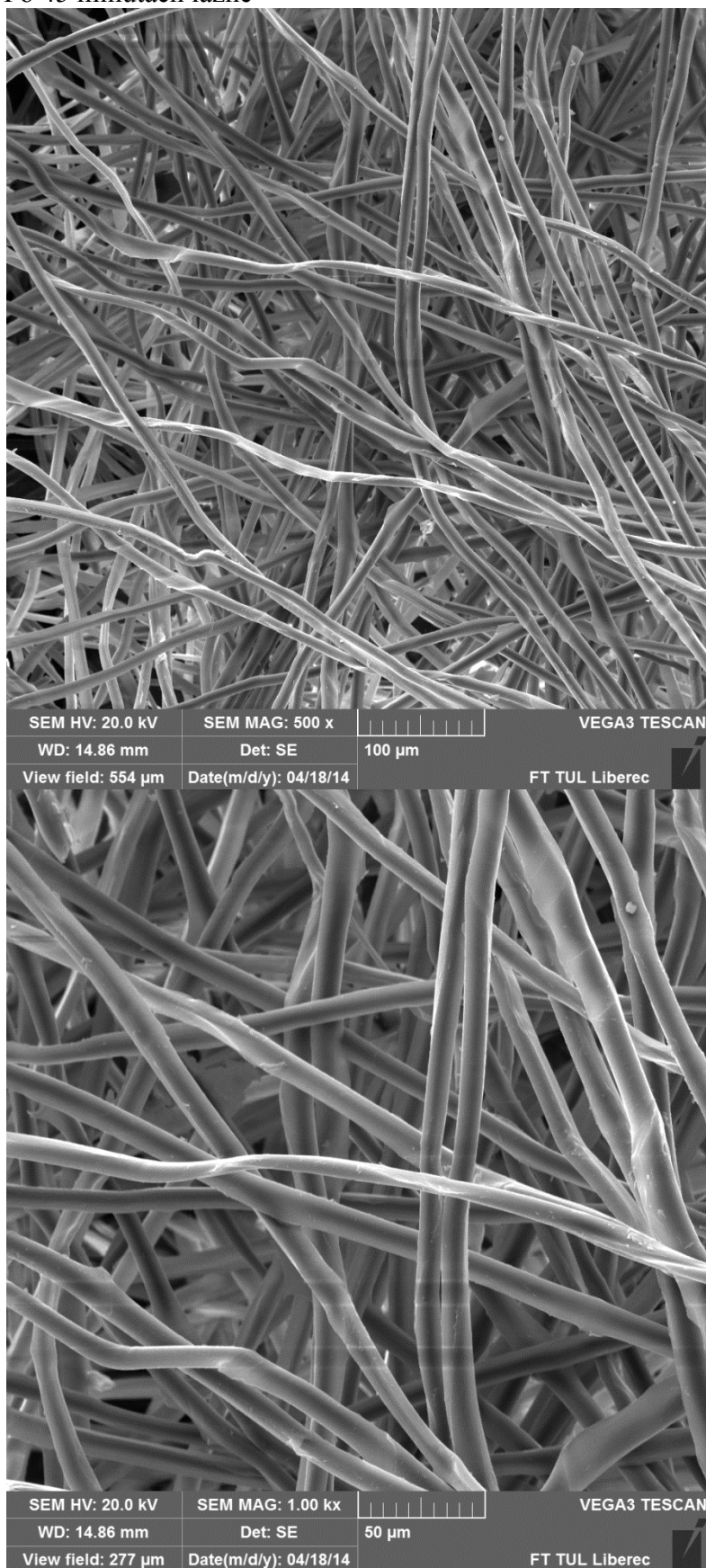


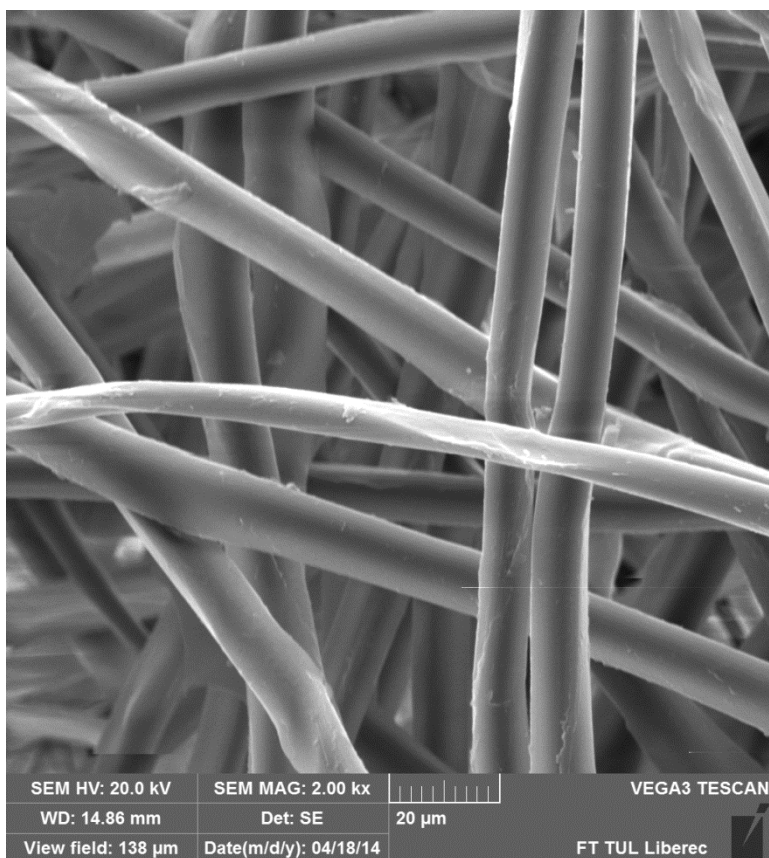
Po 30 minutách lázně





Po 45 minutách lázně





Po 60 minutách lázně

